

(7)



1972

406898

P.- 51.979

Case Nº 028715  
(DMW)

Int. Cl.ª G 015

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de RAYTHEON COMPANY

entidad norteamericana

establecida en 141 Spring Street, Lexington, Massachusetts,  
Estados Unidos de América.

por: "UN SISTEMA PARA LA OBTENCION DE DATOS RELATIVOS  
A UNA FUENTE DE RADIACION"  
(Clase Internacional G01S)

406898



Principios Básicos del Invento

Este invento se refiere a antenas que utilizan un reflector parásito, y, más particularmente, a una antena de elementos múltiples de fase controlada de exploración electrónica en la cual la radiación explorada es reflejada por un reflector parásito.

En la técnica anterior, las antenas de elementos múltiples de fase controlada han utilizado un gran número de elementos. Por ejemplo, pueden ser utilizados 11.000 elementos para una antena tal que proporciona un haz concentrado, de una abertura del orden de un grado, que puede ser desviado en un ángulo de  $\pm 60$  grados. Tal antena es adecuada idealmente para seguimiento de blancos múltiples que varíen ampliamente en sus ángulos de elevación y de azimut. Como es bien sabido, tales antenas son excesivamente costosas, excesivamente grandes y pesadas, y excesivamente complejas para su ejecución en aplicaciones comerciales típicas, tales como la guía de aviones a lo largo de una pista de aeropuerto. Sin embargo, excepto en lo que respecta a las desventajas precedentes, una antena de elementos múltiples de fase controlada es adecuada idealmente para la guía de aviones a lo largo de una pista de aeropuerto puesto que tales aviones pueden ser "vistos" por el radar aun cuando se hayan desviado de la ruta de aproximación deseada;

406898



la antena puede permanecer estacionaria mientras genera rayos de seguimiento en una variedad de direcciones para interceptar los diversos aviones. Es también evidente que la forma normalizada de antena de radar de elementos múltiples de fase controlada tiene una mayor capacidad de seguimiento, a saber, una capacidad de seguimiento sustancialmente mayor en elevación y azimutal, que es necesaria para situaciones tales como la antes mencionada guía de aviones a lo largo de una pista de aeropuerto.

#### Resumen del Invento

La antes mencionada deficiencia en la utilización de sistemas de radar de elementos múltiples de fase controlada para aplicaciones tales como la guía de aviones a lo largo de una pista de aeropuerto, es superada por una antena, de acuerdo con el invento, que utiliza sustancialmente menos elementos radiantes que los utilizados en la forma normalizada de antena de elementos múltiples de fase controlada, siendo usados aproximadamente 800 elementos radiantes en la realización preferida del invento en comparación con aproximadamente 11.000 de estos elementos radiantes que serían requeridos por una forma normal de antena de elementos múltiples

406898



de fase controlada que proporcionase una abertura de haz  
equivalente. Para obtener un haz estrecho de un conjunto  
relativamente pequeño de elementos radiantes, es utili-  
zado un elemento pasivo tal como un gran reflector o  
5 lente en donde las dimensiones del elemento pasivo son  
suficientemente grandes para proporcionar un haz de pe-  
queña abertura. En la realización preferida se ha uti-  
lizado un gran reflector. Se expone también un sistema  
que comprende la antena de nueva concepción para la guía  
10 de vehículos, particularmente aviones, a lo largo de  
una trayectoria predeterminada tal como una pista de  
aeropuerto.

Es establecida una disposición geométrica  
adecuada que permite la generación de señales de mando  
15 de desfase para controlar las fases de la radiación  
radiada desde cada uno de los elementos respectivos  
del conjunto de un modo que permite que esta radiación  
sea desviada en exploración a través de la superficie  
del reflector en una variedad de ángulos y sea refleja-  
20 da por el mismo según el haz estrecho deseado y aún con-  
serve la forma y configuración del haz de la abertura  
de radiación activa. Se ha encontrado que una superficie  
tal que proporciona una configuración geométrica adecua-  
da para hacer posible este funcionamiento de la antena  
25 es una superficie cuádrica, particularmente la hipérbo-

406898



la de revolución (o hiperboloide), y consiguientemente el reflector de la realización preferida tiene una superficie que se describe como una hipérbola de revolución. Se expone un programa de trazado de rayos válido para todas las formas de energía electromagnética radiante así como energía acústica, que permite que señales generadas por computador seleccionen el desfase necesario para cada uno de los elementos radiantes de un modo que está en consonancia con la disposición geométrica de las posiciones de los elementos radiantes relativas al reflector de tal modo que se obtiene una antena de elementos múltiples de fase controlada de haz estrecho con exploración limitada. También se ha encontrado que el conjunto de elementos radiantes deberá estar situado según una superficie preferiblemente esférica, o simplemente una superficie cilíndrica, para facilitar la formación del haz explorador de radiación.

Es interesante observar que, con respecto a una realización preferida del invento, aún cuando son suministradas señales de mando de desfase que desvían el frente de onda de la radiación radiada por los susodichos elementos radiantes en tanto como  $\pm 50$  grados aproximadamente, la dirección del haz de radiación que emana del reflector es desviada solamente en  $\pm 10$  grados debido a la superficie cóncava del reflector de la rea-

406898



lización preferida y a las posiciones de los elementos  
radiantes con relación a esta superficie. De este mo-  
do, la antena de este invento tiene el efecto de reducir  
el ángulo de exploración de los rayos de radiación mien-  
tras aumenta la abertura radiante y directividad respec-  
to a la que podría proporcionar el conjunto de elementos  
radiantes por sí mismo.

10

Breve Descripción de los Dibujos

Las antes mencionadas características y  
otras ventajas del invento se explican en la siguiente  
descripción tomada en combinación con los dibujos que  
se acompañan, en donde:

15

La Figura 1 es una vista ilustrativa de  
un sistema de seguimiento por radar que utiliza una an-  
tena de acuerdo con el invento y que representa adicio-  
nalmente porciones del sistema de radar en forma de dia-  
grama de bloques.

20

La Figura 2 es una realización variante del  
invento en donde un reflector pasivo está sustituido  
por una lente pasiva;

25

La Figura 3 es una realización adicional  
del invento en la cual una lente activa que comprende

406898



una pluralidad de desfasadores está sustituida por un elemento reflector activo que comprende similarmente una pluralidad de desfasadores;

5 La Figura 4 representa la disposición geométrica entre elementos utilizada para calcular expresiones matemáticas que han de utilizarse por el computador del sistema de la Figura 1 para desarrollar señales de mando de desfase para los desfasadores de la antena de la Figura 1;

10 Las Figuras 5 y 6 representan dos formas de distorsión de abertura activa causadas por adaptación incorrecta de la superficie curva de un reflector al frente de onda, o superficie isofásica, de la radiación incidente de un subconjunto de desfasadores de la  
15 Figura 1 sobre el reflector;

Las Figuras 7A y 7B representan las separaciones y dimensiones de la antena del invento como se utiliza en la realización preferida en una vista en planta y una vista en alzado lateral, respectivamente;

20 La Figura 8 representa una construcción geométrica de utilidad en un programa de trazado de rayos para la determinación de coeficientes en un programa de control de desfase por computador para el mando de dirección de un haz de radiación para la antena  
25 del invento;

406898

NOV 4 1972



La Figura 9 es un diagrama de bloques de una unidad de dirección de haz utilizada para generar señales de control de desfasador para dirigir un haz de radiación para la antena del invento;

5

La Figura 10 es un diagrama esquemático de un circuito excitador de desfasador para los desfasadores de la antena del invento;

10

La Figura 11 es un diagrama de tiempos de señales utilizadas en el circuito excitador de la Figura 10;

15

La Figura 12 es una vista frontal diagramática de una lente de la antena del invento, que representa una distribución del calentamiento dentro de la lente y la anchura de los impulsos utilizados para aplicar flujo adicional al material magnético de los desfasadores utilizados en la lente para compensar el efecto del calentamiento diferencial de los desfasadores; y

20

La Figura 13 es un diagrama de tiempos del sistema de la Figura 1.

406898



Descripción de la Realización Preferida

Con referencia ahora a la Figura 1, se re-  
presenta un sistema 30 para la obtención de datos rela-  
tivos a una fuente de radiación, que comprende una ante-  
na 32 de acuerdo con el invento, representada aquí si-  
5 guiendo a una fuente de radiación, a saber, un avión  
34 que está aterrizando sobre una pista 36 adyacente a  
la antena 32. La antena 32 comprende, en esta realiza-  
ción del invento, un reflector 38, una lente 40 y una  
10 bocina 42, transmitiendo la bocina 42 radiación a través  
de la lente 40 hacia el reflector 38 para que sea refle-  
jada por el mismo hacia el avión 34. El reflector 38 es  
sustancialmente mayor que una región "iluminada" por la  
radiación 44, haciéndose referencia posteriormente a tal  
15 región como una abertura 46 activa, para permitir que  
la abertura 46 activa sea desplazada en exploración por  
todo el reflector 38. Además, la abertura activa 46 es  
mayor que la lente 40 para proporcionar un haz estrecho  
de radiación y directividad aumentada para la antena 32.  
20 La superficie del reflector 38 está curvada de un modo  
que se describirá y que, de acuerdo con el invento, pro-  
porciona aberturas activas 46 de una forma sustancial-  
mente igual que tienen diagramas de iluminación sustan-  
cialmente iguales vistos a lo largo del eje de un haz  
25 de radiación que emana del mismo, independientemente.

406898



de las situaciones de estas aberturas activas 46 sobre  
el reflector 38. Tal igualdad de las aberturas activas  
46 es sumamente deseable para obtener datos precisos  
sobre las posiciones y trayectorias de aviones, tales  
5 como el avión 34, que están aterrizando sobre la pista  
36.

La lente 40 comprende regiones que intro-  
ducen magnitudes variables de desfase en la radiación  
incidente, estando realizadas estas regiones de desfase  
10 por una pluralidad de desfasadores 48 dispuestos perpen-  
dicularmente a las superficies curvadas 50 y 52 inte-  
rior y exterior de la lente 40. La bocina 42 está sepa-  
rada de la lente 40 de tal modo que un frente de onda  
curvado que emana de la bocina 42 coincide aproximada-  
15 mente con la superficie 50 curvada interior al alcanzar  
la lente 40. Es acoplada energía de este frente de onda  
dentro de cada uno de los desfasadores 48 y se propaga  
a través de los desfasadores 48 para ser radiada nueva-  
mente desde la superficie 52 exterior de la lente 40.  
20 Los desfasadores 48 son preferiblemente del tipo de re-  
tención de estado que utilizan un material de ferrita  
que tiene una curva de histéresis de forma sustancial-  
mente cuadrada de modo tal que necesitan ser aplicadas  
señales eléctricas para controlar estos desfasadores a  
25 lo largo de las líneas 54 solo momentáneamente para ajus-

406898



tar la fase impuesta a la energía que se propaga a través de cada uno de los desfasadores 48 y, después de ello, cada desfasador 48 retiene el desfase hasta que son aplicadas señales adicionales a lo largo de las líneas 54.

5 Por ejemplo, el desfasador 48 puede comprender un par de arrollamientos colocados alrededor del material de ferrita de modo tal que uno de estos arrollamientos es utilizado para reponer el material de ferrita a un estado de magnetización de referencia mientras el segundo arrollamiento es excitado con un impulso de tensión de una duración predeterminada para establecer en el material de ferrita un estado de magnetización que proporciona el desfase deseado. Esto se describirá después adicionalmente con referencia a la Figura 10.

15 Son aplicadas señales de desfase, que se describirán posteriormente, a lo largo de las líneas 54 para ajustar los desfases de cada uno de los desfasadores 48 de tal modo que la energía radiante que emana de la superficie 52 exterior de la lente 40 se propague en una dirección preseleccionada hacia una porción del reflector 38 para que se refleje desde el mismo en una dirección deseada. En la realización preferida, los desfasadores 48 están separados con una proximidad mutua suficiente de modo tal que no hay sustancialmente efecto de ceros de retícula y lóbulos de retícula dentro de

20

25

406898

704 NOV 1952



la región de  $\pm$  50 grados sobre la cual son desviados en exploración los rayos de radiación que emanan de la lente 40. Sin embargo, el haz 56 resultante generado por las reflexiones de estos rayos sobre la superficie cóncava del reflector 38 es desviado en exploración en un arco de solamente  $\pm$  10 grados, cooperando de este modo la lente 40 y el reflector 38 para proporcionar una reducción aparente del ángulo de exploración. A pesar de la capacidad limitada de exploración de la antena 32, es empleado fácilmente el seguimiento (en ángulo) de objetivos múltiples para aviones 34 dentro de la proximidad general de la ruta de vuelo de la pista 36 simplemente dando una nueva dirección al haz 56. El sistema 30 responde a la radiación del haz 56 reflejado por el avión 34 así como a la radiación, tal como la de un transpondedor, generada dentro del avión 34.

Una base 58 está unida con un armazón 60 que soporta el reflector, 38, proporcionando además el armazón 60 estabilidad para conservar la forma del reflector 38 aún en presencia de fuerzas de viento. La base 58 está provista de un puntal 62 al cual está unido con posibilidad de pivotamiento un brazo 64 por medio de un pivote 66. El brazo 64 está unido físicamente, como se indica por las líneas 68 y 70 de trazos, a la lente 40 y a la bocina 42 para soportar estos elementos en una relación

406898



5 preseleccionada respecto al reflector 38; esta relación  
preseleccionada puede ser alterada por medio de un motor  
72 que es excitado por medios convencionales, no represen-  
tados, para pivotar el brazo 64 alrededor del puntal 62  
para ajustar la distancia entre la lente 40 y el reflec-  
tor 38. Se observa, en relación con esto, que el pivota-  
miento del brazo 64 alrededor del puntal 62 proporciona  
convenientemente un efecto de foco regulable según el  
cual pueden hacerse variar la anchura del haz 56 y su  
10 abertura activa 46.

La bocina 42 está construída preferiblemente  
en la forma de un alimentador de monoimpulso y puede com-  
prender cuatro secciones de guiaonda que conectan con  
una unidad electrónica 74 por intermedio de un conjunto  
15 de cuatro guiaondas representadas en la Figura por las  
líneas 76. De este modo, cada una de las líneas 76 es  
portadora de una porción de la señal transmitida o reci-  
bida por la bocina 42 y, con respecto a las señales reci-  
bidas, una diferencia en fase entre la señal presente  
20 sobre una de las líneas 76 y la señal presente sobre  
otra de las líneas 76 proporciona información referente  
a la desviación angular en elevación y azimut del avión  
34 respecto al centro del haz 56. Las coordenadas angula-  
res de elevación y azimutal de la dirección del haz 56  
25 son conocidas en virtud de las señales de desfase presen-

406898



tes en las líneas 54.

La unidad electrónica 74 comprende un comparador 78 de guiasondas, un transmisor 80, un receptor 82, un controlador 84 de transmisión recepción insertado en el canal de suma del comparador 78 de guiasondas para conectar el comparador 78 de guiasondas al transmisor 80 y al receptor 82, una unidad 84 de tratamiento de señal, un computador 86, una unidad 88 de dirección de haz, una unidad 90 de visualización, una consola 92 por medio de la cual un operador puede controlar la entrada de datos visualizados sobre la unidad 90 de visualización y tratados por el computador 86, y una unidad 94 de regulación de tiempos del sistema que transmite señales de temporización a lo largo de las líneas 96, 98, 100 y 102 para regular en el tiempo y sincronizar las operaciones de la unidad 88 de dirección de haz, la unidad 90 de visualización, el computador 86 y la unidad 84 de tratamiento de señal, respectivamente.

El comparador 78 de guiasondas y la bocina 42 están contruidos típicamente como una unidad única que funciona como alimentador de monoimpulso de modos múltiples y comparador tal como el expuesto por Peter Hannon en Transactions of the Institute of Radio Engineers, Professional Group on Antennas and Propagation, de septiembre de 1961, en donde en una bocina tal como la

406898



bocina 42 se propagan modos de radiación de orden superior. Como es bien sabido, tal estructura proporciona una dispersión sustancialmente igual en ambos diagramas de directividad de suma y diferencia. El comparador 78  
5 comprende, por ejemplo, mezcladores híbridos de técnica bien conocida por los cuales las líneas 76 están interconectadas para realizar las operaciones aritméticas de obtener la diferencia entre las señales presentes sobre las líneas 76 para proporcionar la señal de diferencia  
10 de elevación sobre la línea 104 y la señal de diferencia de azimut sobre la línea 106, mientras que la suma de las señales en la totalidad de las cuatro líneas 76 proporciona la señal de canal de suma antes mencionada sobre la línea 108. El controlador 84 de transmisión recepción,  
15 que es de diseño convencional, permite la propagación de la señal desde el transmisor 80 a lo largo de las líneas 110 y 108 al comparador 78 de guíasondas y de ahí a la bocina 42 mientras aísla el receptor 82 de esta señal; al tener lugar recepción, el controlador 84 de transmisión  
20 recepción dirige una señal que aparece sobre la línea 108 al receptor 82. El receptor 82 puede ser un receptor convencional de tres canales que proporciona señales de error angular de elevación y azimut, por intermedio de la línea 112, al computador 86 que puede entonces utilizar estos  
25 datos para reposicionar el haz 56 para el seguimiento

406898



del avión 34. En el caso en que aparecen varios aviones  
34 dentro del haz 56, pueden ser aplicadas señales se-  
lectoras de distancia a lo largo de la línea 113 para fa-  
cilitar el seguimiento (en distancia) del avión individual.  
5 Adicionalmente, la señal recibida sobre el canal de suma  
es tratada adicionalmente por la unidad 84 de tratamien-  
to de señal que puede comprender circuitos de compresión  
de impulsos para discriminar entre aviones que están muy  
próximos entre sí en distancia, o la unidad 84 de trata-  
10 miento de señal puede utilizar técnicas de correlación  
en las cuales se suministra una señal duplicada de baja  
potencia de la señal transmitida, como referencia, a lo  
largo de la línea 114 respecto a la cual se realiza corre-  
lación para obtener discriminación entre aviones que es-  
15 tán situados muy próximos entre sí en distancia. La dis-  
tancia que está determinada por la relación temporal de  
la señal recibida y la señal de temporización presente  
sobre la línea 102 es transmitida por intermedio de la  
línea 116 al computador 86. El control de dirección del  
20 haz 56 es proporcionado por señales de mando de ángulo  
generadas por el computador 86 y transmitidas, por inter-  
medio de la línea 118, a la unidad 88 de dirección de haz.  
La unidad 88 de dirección de haz, en respuesta a estas se-  
ñales de mando de ángulo, genera el conjunto de señales  
25 de mando de desfasador antes mencionadas que son aplica-

406898



das, por intermedio de las líneas 54 a los desfasadores 48.

Es deseable frecuentemente utilizar un radar 120 de vigilancia de zona que tiene una antena 122 y un alimentador 124 que giran alrededor de una base 126 para proporcionar las coordenadas de posición de un avión, a saber, distancia, elevación, azimut y sus derivadas, a lo largo de la línea 128. Un convertidor 130 de coordenadas de técnica bien conocida convierte estos valores de las coordenadas de posición en un conjunto de valores que corresponden a la posición de la antena 32. Estos valores convertidos son transmitidos entonces a lo largo de la línea 132 a la consola 92 para su entrada a lo largo de la línea 134 en la unidad 90 de visualización que visualiza las posiciones del avión en la proximidad de la pista 36 y para entrar a través de la línea 136 en el computador 86 que inicia el seguimiento de uno de tales aviones seleccionado por la consola 92.

Con referencia ahora a la Figura 2, se representa una realización variante de la antena del invento, que comprende una bocina 138, una lente 140 que comprende una pluralidad de desfasadores 142 que dirigen la radiación que emana desde la bocina 138, y una lente 144 construída de material cerámico o plástico o, alternativamente, formada por guiaondas 146 paralelas separadas indica-



406898



característica básica del invento es la "iluminación" del reflector 38 de la Figura 1 de tal modo que las aberturas activas 46 conservan su forma y uniformidad de iluminación independientemente de su situación sobre el reflector 38. Esto se realiza seleccionando la curvatura apropiada del reflector 38 y seleccionando adecuadamente las posiciones y orientaciones del reflector 38, lente 40 y la bocina 42. Se describirá ahora un procedimiento para determinar esta curvatura y estas posiciones.

10 El reflector 38 es sustancialmente mayor que la lente 40 y está colocado dentro del campo próximo de la lente 40 o sea a una distancia suficientemente próxima tal que se utilizan las relaciones matemáticas de la óptica de Fresnel para calcular el haz 56 de radiación que resulta de la cooperación de la lente 40 con el reflector 38 y que actúan sustancialmente como un elemento único de enfoque compuesto de dos subelementos, a saber, la lente 40 y el reflector 38. Esto ha de distinguirse de los sistemas de la técnica anterior en los cuales está dispuesta una pluralidad de lentes de microondas u otros elementos de enfoque para realizar un enfoque deseado o establecimiento de la dirección de un haz de radiación. En los sistemas de la técnica anterior estos elementos de enfoque están dispuestos con una separación sustancial, 25 dentro de la región de Fraunhofer o región de campo lejano,

406898



mientras que los elementos del presente sistema de enfoque están dentro de la región de Fresnel o de campo próximo.

5 La lente 40 está provista de una superficie curvada para hacer mínima la cantidad de radiación que sería dirigida según ángulos de visión desde los desfasadores 48 hacia el reflector 38. Esto reduce a un mínimo el efecto de acoplamiento mutuo entre los diversos desfasadores 48 y proporciona potencia aumentada a la radiación radiada puesto que esta radiación puede ser radiada en una dirección sustancialmente perpendicular a la cara del desfasador 48 evitándose por ello sustancialmente el efecto de ganancia reducida en el diagrama de directividad de cada uno de los desfasadores 48 según un ángulo de visión. La curvatura de la lente 40 también facilita la captación de la radiación que emana desde la bocina 42 emanando esta radiación en direcciones sustancialmente radiales de la bocina 42 con un frente de onda curvado en general esférico, siendo tal frente de onda más fácilmente recibido por desfasadores dispuestos a lo largo de una superficie cóncava como están los desfasadores 48 de la lente 40. En la realización preferida, la separación entre la lente 40 y la bocina 42 está comprendida preferiblemente en la región de campo lejano de la bocina 42 (a una distancia algo mayor que  $\frac{2D^2}{\lambda}$  en donde D es la diago-

10

15

20

25

406898



nal de la abertura de la bocina 42 y  $\lambda$  es la longitud de onda de la radiación radiada).

5 Para seleccionar una curvatura para el reflector 38, es deseable utilizar una superficie curva que pueda ser descrita mediante una expresión matemática simple, tal como una hipérbola de revolución, o hiperboloide, en donde una familia completa de superficies curvas puede ser descrita simplemente por dos parámetros tales como la excentricidad y la distancia axial entre un foco y el

10 hiperboloide. Simplemente variando estos parámetros así como las posiciones relativas entre el reflector 38 y la lente 40, puede ser utilizado una rutina iterativa por un computador para proporcionar una representación gráfica de puntos sobre la lente 40 en relación a los correspondientes puntos dentro de la abertura activa 46, por

15 ejemplo, puntos a lo largo de una línea vertical y puntos a lo largo de una línea horizontal, de modo que pueda verse la configuración general de la abertura activa 46 sin fabricar realmente la antena 32. Se describirá

20 ahora esta representación gráfica de los puntos sobre la lente 40 en relación con la abertura activa 46 sobre el reflector 38.

Con referencia ahora a la Figura 4, se ven líneas de construcción utilizadas en el procedimiento de

25 representación gráfica. El primer paso es determinar el

406898



tamaño, posición y situación del conjunto de desfasadores que comprende la lente 40 de la Figura 1, indicada aquí por un rectángulo 156. El reflector 38 está aquí indicado por una vista en corte de un hiperboloide 158. En esta configuración, como en la Figura 1, el rectángulo 156 está desplazado respecto al hiperboloide 158 de modo que el rectángulo 156 no obstaculiza los haces de radiación reflejados por el hiperboloide 158. En primer lugar, son establecidos un haz 160 central y dos haces 162 y 164 extremos que representan los haces de radiación, respectivamente, en una posición sin desviar, a un ángulo azimutal de diez grados de la misma y a un ángulo azimutal de menos diez grados de la misma. Se demuestra aquí el procedimiento para un plano azimutal, aunque se entenderá que es repetido el mismo procedimiento para un plano de elevación. El haz 160 está limitado por un rayo 166 superior y un rayo 168 inferior ; el haz 162 está limitado por un rayo 170 superior y un rayo 172 inferior, mientras que el haz 164 está limitado por un rayo 174 superior y un rayo 176 inferior. Los rayos 170 y 172 están separados entre sí en una distancia igual a la separación entre los rayos 166 y 168 así como a la separación entre los rayos 174 y 176. Se supone que los haces 160, 162 y 164 inciden desde fuentes externas sobre el hiperboloide 158, propagándose la radiación en una dirección indicada por las

406898



flechas dispuestas sobre los rayos 166, 170 y 174. El haz 162 "ilumina" una abertura activa 178 similar a la abertura activa 46 de la Figura 1, y el haz 164 ilumina similarmente una abertura activa 180.

5                    Para determinar los límites del rectángulo 156, es trazado el rayo 170 hacia el hiperboloide 158 después de lo cual se refleja hacia atrás como rayo 170A, y el rayo 166 se refleja similarmente fuera del hiperboloide 158 como rayo 166A que se corta con el rayo 170A

10                    en el punto 182. El punto 184 es hallado similarmente en la intersección de los rayos 168A y 176A que representan, respectivamente, las reflexiones de los rayos 168 y 176. Los puntos 182 y 184 representan los límites de la superficie frontal del conjunto de desfasadores aquí

15                    representados por el rectángulo 156. Mientras que los rayos 170 y 172 son esencialmente paralelos, los rayos 170A y 172A reflejados no son en general paralelos puesto que, como puede verse en la Figura 4, los ángulos de incidencia y reflexión de los diversos rayos varían con sus puntos

20                    de interceptación por el hiperboloide 158. Es de observar que esta construcción puede ser proporcionada por una sección cónica de cualquier excentricidad y distancia focal y es válida para energía radiante electromagnética, energía radiante sonora y también para la luz. (Por ejemplo,

25                    los elipsoides e hiperboloides tienen excentricida-

406898



des respectivamente menores y mayores que la unidad.).

5 La parte siguiente del procedimiento de re-  
presentación gráfica es dirigir rayos desde cada punto  
de una línea 186 que une los puntos 182 y 184, hacia el  
hiperboloide 158 para generar los haces 160, 162 y 164  
que se propagan ahora en una dirección hacia el exterior  
del hiperboloide 158. La línea 186 representa la cara  
frontal del conjunto de desfases 48 que comprende  
10 la lente 40 de la Figura 1, en un corte transversal azi-  
mutal. Para dibujar en el plano estos rayos adicionales,  
se señalarán los puntos de reflexión desde el hiperboloi-  
de 158.

15 Antes de continuar con la descripción de un  
programa de trazado de rayos que se utilizarán para obte-  
ner la representación gráfica, se presentarán en las Fi-  
guras 5 y 6 dos ejemplos de representaciones, y se verá  
en las Figuras 7A y 7B la disposición geométrica real  
utilizada en la realización preferida.

20 Con referencia ahora a las Figuras 5 y 6, se  
muestran representaciones gráficas de los puntos de refle-  
xión sobre el hiperboloide 158, estando designados estos  
puntos de reflexión por las cifras 188 los cuales se ven  
situados dentro de las aberturas activas 178A y 178B,  
estando ambas de estas aberturas distorsionadas en estas  
25 figuras, a modo de ejemplo, para demostrar una selección

406898



incorrecta del hiperboloide 158. Las aberturas activas  
178A y 178B están representadas en dos dimensiones, tanto  
en elevación como en azimut, para demostrar que aunque  
puede existir simetría en el eje de elevación, esto no  
5 lleva necesariamente a simetría según el eje azimutal.  
En la Figura 6 se ve fácilmente la distorsión comparando  
la forma de las aberturas activas 178A y 178B con la aber-  
tura 189 deseada representada en líneas de trazos. Esta  
distorsión produciría un resultado claramente indeseable  
10 para un seguidor de monoimpulso puesto que está claro que  
el centro de fase de los cuatro cuadrantes 190A-D está  
desplazado del centro de la abertura activa 178B. Por  
ejemplo, en la obtención de la frecuencia de diferencia  
para la señal de error de elevación de un seguidor de  
15 monoimpulso, es evidente que habría un error de alinea-  
miento en el caso de la abertura activa 178B, y que ade-  
más este error variaría con el ángulo de elevación pues-  
to que la distorsión de la abertura activa 178B varía  
con la posición de esta abertura sobre la superficie re-  
20 flectora del hiperboloide 158.

Con referencia ahora a las Figuras 7A y 7B,  
se representan dos vistas diagramáticas de la antena 32  
de la Figura 1, respectivamente una vista horizontal  
o en planta en un gráfico que tiene coordenadas X-Z y una  
25 vista en alzado lateral o vista en elevación representada

406898



en un gráfico que tiene coordenadas X-Y. El reflector 38 está representado diagramáticamente como una vista en corte de un sector de hiperboloide. Las vistas diagramáticas del reflector 38, la lente 40 y la bocina 42 están representadas superpuestas sobre los gráficos para mostrar las dimensiones y colocación de estos elementos en su utilización en la realización preferida de este invento para proporcionar la abertura activa 46 de la Figura 1, que está formada uniformemente independientemente de su posición sobre el reflector 38, dotando así al haz 56 de un diagrama de directividad invariante con la dirección del haz 56. Se describe la superficie reflectora del reflector 38 de la Figura por medio de una ecuación del hiperboloide del cual esta superficie es simplemente un sector. Todas las dimensiones representadas en la Figura están representadas en milímetros. Las coordenadas X, Y y Z de la ecuación se refieren a las coordenadas del gráfico. El reflector 38 se extiende desde un valor de  $Z = 1092$  milímetros a un valor de  $Z = 3.886,2$  milímetros en el plano horizontal, y desde un valor de  $Y = -1574,8$  milímetros a un valor de  $Y = +1.981,2$  milímetros en el plano vertical. La lente 40 y la bocina 42 comparten un eje 192 común que está inclinado con relación al eje X como se ve en la Figura en un ángulo de  $47,9$  grados. Los puntos extremos de la superficie frontal (enfrentada con

406898



el reflector 38) de la lente 40 están representados en el plano horizontal por los valores de coordenada  $X = 1.531,87$  milímetros y  $Z = 470,4$  milímetros para uno de los puntos extremos, mientras que las coordenadas del otro punto extremo son  $X = 2.045,2$  milímetros y  $Z = 934,72$  milímetros. La abertura de radiación de la bocina 42 está separada de la cara trasera de la lente 40 en una distancia de 650,4 milímetros a lo largo del eje 192. La lente 40 está curvada como muestra la vista auxiliar 194 que representa la lente 40 en forma diagramática dentro de un plano que contiene el eje 192 y es perpendicular al plano X-Z. En la vista auxiliar 194, se ve que la lente 40 tiene forma curva con un radio de curvatura de 1.651 milímetros, estando situado el centro de curvatura en las coordenadas  $Y = 0$ ,  $X = 2.895,85$  milímetros y  $Z = -521,9$  milímetros. De este modo, la lente 40 tiene una cara frontal y una cara trasera, cada una de las cuales tiene la forma de un sector de una superficie cilíndrica circular. Las coordenadas verticales de la lente 40 están representadas en el plano X-Y, teniendo el borde superior de la lente 40 un valor de Y igual +508 milímetros y teniendo el borde inferior de la lente 40 un valor de Y igual a -508 milímetros. En el plano horizontal o plano azimutal, la antena 32 desvía en exploración un haz de radiación dentro de un arco de 20 grados que está centrado en un ángulo de 3,4 grados con rela-

406898



ción al eje X, como se ve en la Figura. La antena 32 desvía en exploración un haz de radiación en el plano vertical o plano de elevación a través de un arco de 15 grados del cual aproximadamente seis grados están por debajo del plano horizontal mientras que aproximadamente nueve grados están por encima del plano horizontal.

5  
10  
15  
20  
25

Ha sido obtenida la configuración deseada de los elementos de antena como se representa en las Figuras 7A y 7B, como se ha mencionado anteriormente, por un programa de trazado de rayos utilizando un computador. Continuando con el programa de trazado de rayos, las coordenadas de los puntos de reflexión a lo largo del hiperboloide 158 de la Figura 4 son fácilmente obtenidas con la ayuda de la ecuación del hiperboloide. Por ejemplo, en la construcción de los rayos del haz 162, los rayos que emanan de la lente representada por el rectángulo 156 son construídos por un procedimiento iterativo (siguiendo el procedimiento de aproximaciones sucesivas de Newton) en el cual es dibujado un rayo desde un punto situado sobre la línea 186 en una dirección aproximadamente paralela al rayo 170A hasta un punto de intersección sobre el hiperboloide 158, y es entonces trazado un segundo rayo desde ese punto de intersección en una dirección paralela al rayo 170. El ángulo de incidencia y de reflexión de estos dos rayos son comparados entonces, después de lo cual los dos rayos son dibujados de nuevo hasta una

406898

F4 NOV 1972



posición de intersección ligeramente desviada sobre el hiper-  
boloide 158, después de lo cual son comparados de nuevo los  
ángulos de incidencia y reflexión, siendo repetido este proce-  
dimiento hasta que estos dos ángulos son sustancialmente igua-  
5 les. Entonces son trazados otro par de rayos, uno aproximada-  
mente paralelo al rayo 170A y el otro paralelo al rayo 170,  
desde otro punto situado sobre la línea 186 hasta un punto de  
intersección diferente sobre el hiperboloide 158 y es nuevamen-  
te repetido el procedimiento iterativo para ajustar el punto  
10 de intersección sobre el hiperboloide 158 a una posición en  
la cual el ángulo de incidencia iguala al ángulo de reflexión.  
El resultado es la representación de estos puntos de intersec-  
ción vistos anteriormente como los puntos 188 en las Figuras  
5 ó 6. La rutina del computador continúa entonces con una re-  
15 petición de este programa de trazado de rayos pero para un  
hiperboloide 158 que tenga una excentricidad y/o distancia  
focal diferentes. Son entonces utilizados en el programa del  
computador sucesivos hiperboloides 158 de valores de paráme-  
tros diferentes hasta que se obtiene un conjunto óptimo de  
20 valores, que son los representados en las Figuras 7A y 7B.

Se observará a este respecto que la curvatura de  
la lente 40 no ha sido aún empleada en el programa de traza-  
do de rayos puesto que es utilizada una lente cilíndrica con  
curvatura nula en sentido azimutal. Sin embargo, es utiliza-  
do esencialmente el mismo procedimiento de representación grá-  
25

406898



fica en el plano de elevación utilizando una expresión matemática que describe la superficie curva a ser utilizada en la lente 40, cuya expresión es insertada en el programa de trazado de rayos.

5                   Con referencia ahora a las Figuras 1 y 8, las señales de dirección de haz aplicada a los desfasadores 48 a través de las líneas 54 desde la unidad 88 de dirección de haz, son computadas por la unidad 88 de dirección de haz de acuerdo con un programa derivado de un procedimiento de trazado de rayos representado en la Figura 8. En la Figura 8 se ven diagramáticamente el reflector 38, la lente 40 y la bocina 42 de la Figura 1. El desfase a ser introducido por un desfasador 48 en un rayo de radiación que se propaga desde la bocina 42 a través del desfasador 48 hacia el reflector 38 y entonces hasta el avión 34, depende del ángulo del haz 56, o equivalente, del ángulo de un frente de onda indicado diagramáticamente e identificado por la cifra 196 en la Figura 8. Un segundo frente 198 de onda, representado como una línea de trazos en la Figura, se propaga en una dirección diferente de la del frente de onda 196.

10

15

20

En la Figura 8, se representan dos haces de radiación teniendo el primer haz el frente de onda 196 y comprendiendo los rayos 200, 201 y 202, y teniendo el segundo haz el frente de onda 198 y comprendiendo los rayos 203, 204 y 205. Cada uno de estos seis rayos están representados reflejándose fuera del

25

406898



reflector 38 como rayos, correspondientemente identificados por las cifras 200A, -205A, que pasan a través de los desfases 48 de la lente 40 hacia la bocina 42. Con respecto a los tres rayos 200-202, cada uno de estos rayos está en fase con cada uno de los otros en el frente de onda 196. Sin embargo, la longitud eléctrica, en términos de longitudes de onda, de las trayectorias del rayo 200 más la del rayo 200A difiere de la del rayo 201 o 202 más la del rayo 201A ó 202A, respectivamente. La diferencia de fase en las trayectorias de la energía radiante desde la bocina 42 al frente de onda 196 es compensada por los desfases 48 que proporcionan desfase adicional a cada uno de los rayos para ecualizar la fase de los rayos respectivos en el frente de onda 196. La cantidad de compensación de fase requerida por cada uno de los desfases 48 para realizar la ecualización de fase, se calcula fácilmente por un computador programado para una rutina de trazado de rayos basada en las posiciones y orientación de los elementos de la antena 32 y el frente de onda 196. Estos valores calculados de desfase son los mismos valores requeridos para generar un haz de radiación que tenga un frente de onda 196.

Del mismo modo, es calculado un conjunto de valores de desfase con respecto al frente de onda 198. Los desfases 48 proporcionan estos valores de desfase con módulo de 360 grados. El desfase correspondiente a otras direcciones

406898



de haz es proporcionado adicionalmente por la rutina del computador simplemente haciendo girar el frente de onda 196 alrededor del punto 208 a otras orientaciones (tal como la del frente de onda 198) y repitiendo el cálculo.

5                   La rutina anterior es repetida para un número suficiente de orientaciones del frente de onda 196 que permita la representación de un gráfico de desfase de cada desfasador 48 en función de la dirección del haz. Tal gráfico es generado para cada uno de los desfasadores 48 en función de la elevación con azimut cero, y es generado un segundo gráfico de estos para cada desfasador 48 en función del ángulo azimutal para elevación cero. Este par de gráficos para cada uno de los desfasadores 48 puede obtenerse con buena aproximación por un polinomio en la forma de una serie de potencias, a saber,

10

15

$$\alpha_k = C_{1k} + C_{2k} \Theta + C_{3k} \cdot \Theta^2 + C_{4k} \phi + C_{5k} \phi^2$$

en el cual  $\Theta$  representa el ángulo azimutal mientras que  $\phi$  representa el ángulo de elevación y  $\alpha_k$  es la contribución total del desfase proporcionada por el desfasador 48 de orden  $k$ , habiendo 824 desfasadores 48 en la realización preferida de la antena 32. Los símbolos  $C_{1k}$ - $C_{5k}$  representan un conjunto de cinco constantes para cada uno de los  $k$  desfasadores 48. Como se ve de la anterior ecuación, ambas contri-

20

25

406898

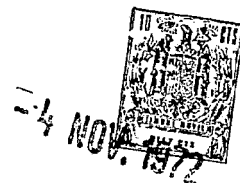


buciones de elevación y azimutal son tratadas independien-  
temente y no aparecen términos de interacción entre ellos.

Se ha encontrado que la aproximación para el  
desfase representada por la anterior ecuación proporciona,  
5 en efecto, una predicción razonablemente precisa de la can-  
tidad de desfase  $\Delta_k$  que debe ser producida por el des-  
fasador de orden  $k$ , de tal modo que proporcionando cada  
uno de los desfasadores la contribución de desfase requere-  
rida indicada anteriormente por la ecuación 1, el haz  
10 56 de la Figura 1 es dirigido según ángulos de elevación  
y azimut que se aproximan a los valores de  $\Theta$  y  $\phi$  utili-  
zados en la ecuación 1.

Para determinar la desviación angular exacta  
del haz 56 respecto a la predicha por la antes mencionada  
15 ecuación, es realizada una simulación por computador de  
la antena 32 en cuya simulación son sumadas las contribu-  
ciones de todos los desfasadores para calcular el haz 56  
resultante que es generado por las contribuciones de todos  
los desfasadores 48, cada uno de los cuales está proporcio-  
20 nando un desfase designado para el desfasador de acuerdo  
con la ecuación 1. Las componentes de elevación y azimutal  
de la dirección del haz 56 calculadas por esta simulación  
de computador son comparadas entonces con las componentes  
de elevación y azimutal, a saber,  $\phi$  y  $\Theta$ , que fueron  
25 sustituidas en la ecuación 1 para determinar la correc-

406898



ción que debe ser aplicada a las señales de mando de dirección de haz. La corrección necesaria es calculada para diversas direcciones del haz 56, y se ha encontrado que estas correcciones pueden ser expresadas por una ecuación empírica que es evaluada dentro de la unidad 88 de dirección de haz. La corrección a la instrucción de dirección de haz dada sobre las líneas 54 se lleva a cabo por medio de la unidad 88 de dirección de haz convirtiendo cada una de las señales de ángulo presentes sobre la línea 118 en una señal de ángulo ligeramente diferente sumando las correcciones angulares necesarias calculadas dentro de la unidad 88 de dirección de haz (como se describirá más adelante) de modo que las instrucciones de dirección de haz proporcionadas sobre las líneas 54 son tales que dirigen el haz 56 en la dirección deseada.

Con referencia ahora a las Figuras 9, 10 y 11, se representa un diagrama de bloques detallado de la unidad 88 de dirección de haz de la Figura 1 incluyendo las interconexiones con los circuitos excitadores para los desfases 48 de la Figura 1. La Figura 9 representa la unidad 88 de dirección de haz, mientras que la Figura 10 representa los circuitos 250 excitadores que establecen el flujo magnético en el material de ferrita de los desfases 48, estando uno de tales circuitos 250 excitadores colocado con cada uno de los desfases 48. Los desfases

406898



de cada uno de los desfasadores 48 de la lente 40 son establecidos en un valor adecuado en respuesta a las señales de excitación de los circuitos excitadores 250, viéndose estas señales de excitación en el diagrama de tiempos de la Figura 11.

Refiriéndonos ahora específicamente a la Figura 9, se representa la unidad 88 de dirección de haz que recibe una señal de mando de ángulo sobre la línea 118 así como señales de tiempos sobre la línea 96, habiendo sido anteriormente mencionadas ambas de estas señales con referencia a la Figura 1. Además, se ve el conjunto de líneas 54 de salida de la unidad 88 de dirección de haz, que como se ha visto en la Figura 1 conectan con los desfasadores respectivos de los desfasadores 48. Con respecto a la señal de tiempo presente sobre la línea 96, esta señal comprende diversos impulsos de reloj e impulsos de sincronismo que son bien conocidos en equipos digitales y son aplicados, por ejemplo, a registros de desplazamiento, circuitos lógicos de control, generadores de impulsos y unidades aritméticas; tal utilización de señales de tiempo es bien conocida y está representada, consiguientemente, en la Figura 9 simbólicamente viéndose que la línea 96 termina en la línea de trazos que encierra a la unidad 88 de dirección de haz sin representar las conexiones a los componentes individuales de la uni-

406898



dad 88 de dirección de haz.

La unidad 88 de dirección de haz comprende un compensador 252 que altera cada uno de los ángulos de dirección de haz que aparecen sobre la línea 118 para compensar la desviación angular que fué descrita anteriormente con referencia al trazado de rayos de la Figura 8 y los valores de desfase dados por la ecuación 1. El ángulo corregido aparece sobre la línea 254. El compensador 252 comprende una unidad 256 perceptora de ángulo que responde a los ángulos de elevación y azimutal, una unidad 258 de memoria y una unidad 260 aritmética, sumando la unidad 260 aritmética un término de corrección procedente de la unidad 258 de memoria al ángulo presente sobre la línea 118 para dar el ángulo corregido sobre la línea 254. El término de corrección adecuado es obtenido de la memoria 258 por medio de una dirección suministrada a lo largo de la línea 262 en respuesta a un cálculo realizado por la unidad 256 de percepción de ángulo basado en una fórmula que utiliza la magnitud de los ángulos de elevación y azimutal.

El desfase requerido a ser aplicado por cada uno de los desfasadores 48 de la Figura 1 a la radiación suministrada por la bocina 42 para dirigir el haz 56 con los ángulos de elevación y azimutal deseados, es obtenido por medio de una unidad 264 de computación que ejecuta

406898

-4 NOV.



los cálculos de la Ecuación 1, a saber, la multiplicación de los ángulos de elevación y azimutal por las respectivas constantes  $C_2$  y  $C_4$ , la elevación al cuadrado de los ángulos de elevación y azimutal y multiplicación de los valores elevados al cuadrado respectivamente por las constantes  $C_3$  y  $C_5$ , y la suma de estos términos con la constante  $C_1$ . Los valores adecuados de los ángulos de elevación y azimutal, respectivamente  $\phi$  y  $\theta$ , son suministrados a lo largo de la línea 254, y los valores requeridos de fase calculados por la unidad 264 de computación aparecen como números binarios de tres bits sobre las líneas 266A-C apareciendo los bits individuales sobre líneas respectivas de las líneas 266A-C. Una unidad 268 de memoria almacena conjuntos separados de las constantes  $C_1$ - $C_5$ , uno de estos conjuntos para cada uno de los desfases 48 de la Figura 1. En la realización preferida, correspondiendo a los 824 desfases 48, hay 824 conjuntos de constantes  $C_1$ - $C_5$  almacenados requiriéndose 44 bits de memoria para cada desfase 48. De este modo, la unidad 264 de computación debe repetir los cálculos 824 veces, y utilizar en cada uno de los cálculos el conjunto de constantes  $C_1$ - $C_5$  adecuado al desfase 48 particular. La coordinación de estos cálculos, así como el acceso a los conjuntos apropiados de constantes en la unidad 268 de memoria, son proporcionados por una unidad 270 lógica de control

406898



que en la Figura se ve en interconexión con la unidad 264 de computación de fase y la unidad 268 de memoria, a lo largo de las líneas 272 y 274, respectivamente. Es fácilmente construida una unidad lógica de control, tal como  
5 la unidad 270 lógica de control, así como la unidad 268 de memoria y la unidad 264 de computación de fase, utilizando técnicas bien conocidas de computación digital y no necesitan ser descritas adicionalmente.

Puesto que todos los rayos del haz 56 de la  
10 Figura 1 han de ser dirigidos simultáneamente en una dirección dada, cada uno de los desfasadores 48 ha de recibir su señal de excitación de desfase a lo largo de las líneas 54 al mismo tiempo. Consiguientemente, los valores calculados de desfase que aparecen en serie para cada uno  
15 de los desfasadores 48 a lo largo de las líneas 266A-C deben ser almacenados transitoriamente hasta que hayan sido calculados los valores correspondientes a todos los desfasadores 48 después de lo cual estos valores de desfase pueden ser transmitidos simultáneamente a lo largo de  
20 las líneas 54 a cada uno de los desfasadores 48. Este almacenamiento transitorio es proporcionado por tres registros 276A-C de desplazamiento, cada uno de los cuales contiene un número de celdas, o unidades de memoria de bitios, igual al número de desfasadores 48 que comprende la lente  
25 40 de la Figura 1; de este modo, cada uno de los regis-

406898

4 NOV.



5 tros 276A-C de desplazamiento tiene 824 celdas en la rea-  
lización preferida del invento. En la Figura 9 están re-  
presentadas unas pocas de estas celdas a modo de ejemplo  
y están numeradas 1, 2, ... 823, 824. Las celdas numera-  
das con la cifra 1 almacenan los bitios del número bina-  
rio que representa la instrucción de desfase para un des-  
fasador 48 que está designado arbitrariamente como des-  
fasador Nº 1. Similarmente, las celdas designadas con  
Nº 2 de los registradores 276A-C de desplazamiento alma-  
10 cenan los bitios del número binario que representa el  
desfase requerido para el desfasador Nº 2. Puesto que  
cada uno de los registros 276A-C de desplazamiento alma-  
cena solamente un bitio del número binario de tres bi-  
tios que aparece sobre las líneas 266A-C, el bitio almace-  
15 nado por el registro 276A de desplazamiento corresponde  
a un ángulo de fase de 45 grados mientras que los bitios  
almacenados por los registros 276B-C de desplazamiento  
corresponden respectivamente a ángulos de fase de 90  
y 180 grados.

20 Cada uno de los registros 276A-C de desplaza-  
miento tiene líneas de salida en paralelo que controlan  
conmutadores 278 selectores de canales múltiples, habien-  
do un conmutador 278 de canales múltiples por cada uno de  
los 824 desfasadores, teniendo cada uno de los conmutado-  
25 res 278 de canales múltiples tres accesos de entrada desig-

406898



nados A, B y C que reciben los bitios respectivos de los números binarios de las celdas de los respectivos registros 276A-C de desplazamiento. Las celdas Nº 1 de los registros 276A-C de desplazamiento están conectadas con el conmutador 278 selector de canales múltiples designado MUX Nº 1, y las celdas Nº 2 de los registros 276-A-C de desplazamiento están conectadas con el conmutador 278 selector de canales múltiples designado MUX Nº 2, estando hechas interconexiones similares con los otros conmutadores 278 selectores de canales múltiples. Los conmutadores 278 selectores de canales múltiples son de técnica bien conocida y cada uno de ellos es el equivalente digital de un conmutador mecánico de un polo en el cual la salida única del conmutador 278 selector de canales múltiples sobre la línea 280 está conectada a una de las líneas 282, estando seleccionada la interconexión particular de una línea 282 con la línea 280 de acuerdo con el número binario que aparece en los terminales A, B y C del conmutador 278 selector de canales múltiples.

Como ha sido mencionado anteriormente con referencia al establecimiento de la magnetización adecuada del material de ferrita de cada uno de los desfasadores de la lente 40 de la Figura 1, es aplicado un impulso de tensión que tiene una duración predeterminada a un arrollamiento que rodea el material de ferrita, de tal modo

406898



que el flujo magnetizante, que es proporcional a la integral de la tensión del impulso, tiene el valor adecuado para proporcionar el desfase deseado. La duración requerida de impulso para establecer desfases de 45 grados, 90 grados, 135  
5 grados... 315 grados ha sido establecida experimentalmente para el material particular de ferrita utilizado en los desfasadores, y está dispuesto un generador 284 de impulsos que genera impulsos de tensión a lo largo de las líneas 282, que tienen el ancho de impulso requerido. Como se ve  
10 en la Figura, el ancho de impulso, sobre la línea 282 que proporciona un desfase de 45 grados es relativamente estrecho, no viéndose impulso sobre la línea 282 que representa 0 grados, siendo el impulso para un desfase de 90 grados aproximadamente de una duración doble de la del  
15 impulso que proporciona un desfase de 45 grados, y siendo la duración de impulso más larga la utilizada para proporcionar el desfase de 315 grados. El uso del generador 284 de impulsos para proporcionar un conjunto de impulsos sobre las líneas 282 de cualquier ancho de impulso predeter-  
20 minado en cooperación con los conmutadores 278 selectores de canales múltiples para seleccionar estos impulsos, permite la compensación de las faltas de linealidad dentro de los desfasadores 48, proporcionando así un control preciso del desfase. Hay un total de ocho líneas 282 para pro-  
25 porcionar cualquier magnitud de desfase del modo antes

406898



mencionado, a saber, módulo de 360 grados, en incrementos de 45 grados. El generador 284 de impulsos suministra también una señal modal sobre la línea 285, cuya señal es utilizada en la activación y reposición de los desfasadores de un modo que será descrito con referencia a las Figuras 10 y 11. Cada línea 280 que contiene una señal seleccionada de fijación está acoplada por intermedio de un circuito "0" 286, que se describirá posteriormente, a una línea 287. Cada una de las líneas 287 y la línea 285 que es portadora de la señal modal, están combinadas en cables separados para cada uno de los desfasadores, estando indicado cada cable por la línea 54 que se ve en la Figura 9 y también en la Figura 1.

Con referencia ahora a la Figura 10, se representa un diagrama esquemático del circuito 250 excitador y su interconexión con las bobinas 288 y 290 del desfasador 48. El circuito 250 desfasador comprende inversores digitales 292, 294, 296 y 298 (que convierten un "uno" lógico en un "cero" lógico y viceversa), las puertas 300 y 302 "Y" de lógica invertida (NO-Y) y un par de circuitos 304 y 306 seguidores de emisor, cada uno de los cuales comprende transistores 308 y 310, diodos 312 y resistencias 314 y 316. El circuito 304 seguidor de emisor activa la bobina 290 para ajustar el desfasador 48 en un desfase específico, y el circuito 306 seguidor de emisor activa

406898



la bobina 288 para reponer el material de ferrita del des-  
fasador 48 a un estado de referencia de flujo conocido. Hay  
un circuito 250 excitador para cada uno de los 824 desfasa-  
dores 48, siendo idénticos cada uno de los circuitos 250  
5 excitadores y teniendo el circuito de la Figura 10.

En funcionamiento, el circuito excitador 250  
recibe señales digitales de impulso sobre las líneas 285  
y 287, invierte estas señales por medio de los inversores  
digitales 292 y 294 y aplica entonces las señales inver-  
10 tidas a la puerta 300 "Y" de lógica invertida. Adicional-  
mente, la señal presente sobre la línea 285 es también  
aplicada a la puerta 302 "Y" de lógica invertida junto  
con la forma invertida de la señal presente sobre la lí-  
nea 287. Las señales en las salidas de las puertas 300  
15 y 302 "Y" de lógica invertida son entonces invertidas  
adicionalmente por los inversores digitales 296 y 298,  
aplicadas a los circuitos 304 y 306 seguidores de emisor.  
Los circuitos 304 y 306 seguidores de emisor conservan  
sustancialmente las formas de onda de las señales que  
20 aparecen en las salidas de los inversores digitales  
296 y 298 y amplifican la potencia de estas señales has-  
ta un nivel adecuado para excitar las bobinas 288 y 290.  
La bobina 290 está conectada en serie con una resisten-  
cia 318 en el circuito de colector de los transistores  
25 308 y 310 entre sus terminales de colector y una fuente

406898



320 de alimentación. La resistencia 318 y el condensador 322 sirven como filtro para aislar cada una de las bobinas 288 y 290 entre sí y también para atenuar cualquier ruido procedente de la fuente 320 de alimentación. La bobina 288  
5 está similarmente conectada con una resistencia 318 en el circuito de colector del circuito 306 seguidor de emisor entre los terminales de colector de los transistores 308 y 310 y la fuente 320 de alimentación. Las resistencias 314 y 316 están seleccionadas de un modo bien conocido para  
10 proporcionar una polarización adecuada a los transistores 308 y 310. El diodo 312 evita la aparición de un sobrepulso de tensión negativa excesivo, para asegurar el funcionamiento correcto del circuito.

Las señales que aparecen sobre las líneas 285  
15 y 287 están representadas en el diagrama de tiempos de la Figura 11. Las formas de onda de impulso de las líneas 282 que se ven en la Figura 9 se ven también en la Figura 11, estando identificadas tres de estas formas de onda de impulso en ambas figuras por las cifras 324, 326, y 328.  
20 Las formas de onda representa una porción de la señal de fijación sobre la línea 280 o la línea 287 de la Figura 10, siendo la forma de onda 324 de impulso de una duración relativamente corta para proporcionar el flujo adecuado para un desfase de 45 grados, mientras que las formas de  
25 onda 326 y 328 de impulso proporcionan suficiente flujo

406898

F4



para 90 grados y 135 grados de desfase, respectivamente.  
En la Figura 11 se ve que las formas de onda 324, 326 y  
328 de impulso son impulsos de sentido negativo que tienen  
una variación de tensión de típicamente cinco voltios,  
5 pero que después de tres inversiones por medio de los in-  
versores digitales 294 y 296 y la puerta 300 "Y" de lógi-  
ca invertida, aparecen como un impulso de sentido positivo  
en el terminal de base del transistor 308. La escala de  
tiempos utilizada en la realización preferida está indica-  
10 da en el gráfico de la Figura 11, y se ve que la señal  
de fijación sobre la línea 287 tiene una tensión de cero  
voltios durante los primeros cincuenta microsegundos y en-  
tonces cambia a un valor de cinco voltios. La señal de fi-  
jación vuelve al valor de cero voltios durante la duración  
15 de una señal de excitación de flujo como se representa por  
la forma de onda 324 de impulso. Es de observar que el  
flanco posterior o final de cada una de las formas de on-  
da 324, 326 y 328 de impulso tienen lugar en 90,625 mi-  
crosegundos, pero que los flancos anteriores de estas  
20 formas de onda de impulso tienen lugar en tiempos diferen-  
tes dependiendo de los anchos de impulso. Puesto que los  
desfasadores 48 son del tipo de retención, no son trans-  
mitidas señales excitadoras de flujo adicionales a los  
desfasadores 48 hasta que se desea dar una nueva dirección  
25 al haz 56 de la Figura 1.

406898



1972

La señal modal sobre la línea 285 se ve también en la Figura 11. Esta señal toma un valor de cinco voltios durante un tiempo de cincuenta y cinco microsegundos y toma entonces un valor de cero voltios en el tiempo de duración del periodo. Durante los primeros cincuenta microsegundos, cuando se ve que la señal de fijación tiene una tensión baja de cero voltios y se ve que la señal de modo tiene una tensión alta de cinco voltios, no aparece señal en la salida del circuito 304 seguidor de emisor, pero aparece una señal de reposición en la salida del circuito 306 seguidor de emisor. Esto se ve fácilmente analizando la vía lógica a través de los inversores 292, 294, 296 y 298 y las puertas 300 y 302 "Y" de lógica invertida. Después de un tiempo de cincuenta y cinco microsegundos cuando la tensión modal cae al valor bajo de cero, la salida de la puerta 302 "Y" de lógica invertida se mantiene alta de modo que no puede aparecer señal de reposición en la salida del circuito 306 seguidor de emisor. Y adicionalmente, puesto que la tensión modal invertida que está aplicada a la puerta 300 "Y" de lógica invertida por el inversor 292 tiene un valor alto, la puerta 300 "Y" de lógica invertida es capacitada para dejar pasar la tensión de señal de fijación invertida del inversor 294 siempre que la tensión de señal de fijación invertida tenga un valor alto; este valor alto de la tensión

406898



1972

de señal de fijación invertida es alcanzado en la duración  
de las formas de onda 324, 326 y 328 de impulso, en cuyo  
tiempo el circuito 304 seguidor de emisor está activado  
para magnetizar el material de ferrita del desfasador 48  
5 para proporcionar el desfase deseado. De este modo, se ve  
que la señal modal sobre la línea 285 controla los tiem-  
pos de activación y reposición del desfasador 48, mientras  
que la señal de fijación presente sobre la línea 287 pro-  
porciona la cantidad de flujo requerida para producir un  
10 desfase deseado.

Como consideración práctica en la construcción  
de la antena 32 de la Figura 1, la lente 40 y la bocina  
42 están encerradas con una cubierta, que no se representa  
en la Figura pero que tiene la forma de una cúpula de radar  
15 en miniatura, que es transparente para la radiación trans-  
mitida por la antena 32 y que protege de la intemperie a  
la lente 40 y a la bocina 42. Debido a esta cubierta y tam-  
bién a la estructura de la propia lente 40, la lente 40  
experimenta una subida de temperatura producida por el ca-  
20 lor disipado en la misma que procede tanto del paso de ra-  
diación a través de los desfasadores 48 como de las corrien-  
tes eléctricas en los circuitos excitadores 250 de la Figu-  
ra 10. Como es bien conocido, las características eléctri-  
cas de los materiales de ferrita tales como los empleados  
25 en los desfasadores 48 varían con la temperatura con el

406898



5 resultado de que, con el fin de dotar a la antena 32 de una capacidad de dirección de haz verdaderamente precisa, es deseable proporcionar una compensación para esta variación inducida térmicamente en las características eléctricas. Este calentamiento y su compensación serán descritos adicionalmente con referencia a las Figuras 12 y 9.

10 Con referencia ahora a la Figura 12, se representa en forma diagramática una vista frontal de la lente 40 de la Figura 1 con los diversos desfasadores 48 dispuestos en columnas verticales (ligeramente desviados entre sí para una reducción mejorada de los lóbulos de retícula y los ceros de retícula). Las columnas verticales situadas en la porción central del conjunto de desfasadores se extienden desde el fondo de la lente 40 hasta la parte más  
15 alta de la lente 40, mientras que aquellas columnas situadas en los bordes del conjunto son algo más cortas. La lente 40 está representada dividida en zonas térmicas en donde la zona situada en el fondo experimenta un aumento de temperatura sobre ambiente de 1,75-3 grados, la zona  
20 media inferior experimenta un aumento de temperatura de 3-4 grados, la zona media superior experimenta un aumento de temperatura de 4-5 grados, y la zona más alta experimenta un aumento de temperatura de 5-6 grados.

25 Con referencia ahora a las Figuras 9 y 12, la compensación de las variaciones inducidas térmicamente en

406898



las características eléctricas de los desfasadores 48, se  
lleva a cabo aumentando la excitación de flujo del material  
de ferrita. Consiguientemente, son proporcionadas señales  
excitadoras de desfasador adicionales por el generador 284  
5 de impulsos a lo largo de las líneas 230, teniendo estas  
señales excitadoras de compensación una forma de onda de  
impulso rectangular con anchos de impulso que cubren una  
gama desde un valor de cero (ausencia de compensación de  
temperatura) para los desfasadores 48 más calientes de  
10 la Figura 12 a un ancho de impulso de aproximadamente 1,1  
microsegundos para los desfasadores 48 más fríos de la  
Figura 12. También, como se indica en la Figura 12, las  
señales excitadoras de compensación sobre las líneas 230  
que tienen anchos de impulsos de aproximadamente 0,3 y  
15 0,6 microsegundos son aplicadas a los desfasadores 48  
respectivamente en las zonas térmicas media superior y  
media inferior. Las señales excitadoras de compensación  
son acopladas desde las líneas 230 dirigidas a los circui-  
tos 250 excitadores de la Figura 10 por intermedio de  
20 líneas 232 y los circuitos "0" 286 de la Figura 9, a las  
líneas 287 y de ahí, a lo largo de las líneas 287, a los  
circuitos excitadores 250. Los circuitos excitadores 250  
responden a las señales excitadoras de compensación presen-  
tes sobre las líneas 287 del mismo modo descrito antes con  
25 referencia a las señales de fijación presentes sobre las

406898

NOV.



líneas 287. Como se ve en el diagrama de tiempos de la  
Figura 11, las señales excitadoras de compensación (que  
se ven en el gráfico designadas "TEM. COMP.") son aplica-  
das convenientemente después de la terminación de cualquie-  
5 ra de las formas de onda 324, 326 ó 328 de impulso de la  
señal de fijación.

Con referencia ahora a la Figura 13, se ve un  
diagrama de tiempos para el sistema de la Figura 1. El dia-  
grama de tiempos está compuesto de una secuencia repetiti-  
10 va de intervalos alternantes designados "A" y "B", siendo  
el primero de 90 microsegundos de duración y variando el  
último de 660 microsegundos a 1000 microsegundos. Durante  
el intervalor A, el computador 86 proporciona datos de  
ángulo para dirigir el haz 56, y la unidad 88 de dirección  
15 de haz ajusta los desfases de los desfasadores 48 para  
proporcionar la dirección deseada del haz. Durante el in-  
tervalo B, el sistema 30 comunica con el avión 34 transmi-  
tiendo y recibiendo señales de energía radiante entre la  
antena 32 y el avión 34. Esta comunicación con el avión  
20 34 puede ser mejorada utilizando un transpondedor 234, que  
se ve situado dentro del avión 34 en la Figura 1, sirvien-  
do el transpondedor 234 para identificar el avión y también  
para suministrar datos suplementarios tales como la alti-  
tud del avión 34. El computador 86, durante el intervalo  
25 B, calcula la siguiente dirección del haz 56 tomando como

406898



base en datos de trayectoria del avión 34 obtenidos por medio de la antena 32 y también del radar 120 de vigilancia de zona y entradas de datos realizadas en la consola 92.

5                   Se entenderá que las realizaciones antes descritas del invento son solamente ilustrativas y que pueden idear los expertos en la técnica modificaciones del mismo. Consiguientemente, se desea que este invento no esté limitado a las realizaciones expuestas aquí sino que esté limitado solamente como se define por las reivindicaciones  
10                   anejas.

                  Esta solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 4 de Octubre de 1971 con el nº 186,128, se acoge a los beneficios del artículo  
15                   51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

#### REIVINDICACIONES

20

                  Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España por VEINTE años, son los siguientes:

25                   1.- Un sistema para la obtención de datos rela-

30-10-72

-51-

B3



406898



en donde dichos datos relativos a dicha fuente son datos de trayectoria de dicha fuente con respecto a un movimiento de dicha fuente con relación a dicho sistema.

3.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en donde dichos segundos medios comprenden una superficie que tiene la forma de una sección cónica de revolución alrededor de un eje.

4.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en donde dicho eje de revolución coincide con el eje geométrico de la sección cónica.

5.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende adicionalmente cuartos medios acoplados a dichos primeros medios para variar la longitud de fase de una de dichas regiones independientemente de la longitud de fase de otra de dichas regiones.

6.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 5, en donde dichos cuartos medios están acoplados adicionalmente a dichos terceros medios, utilizando dichos terceros medios dichos datos de trayectoria para ajustar dichas longitudes de fase de dichas regiones para proporcionar un haz de recepción que intercepta una posición futura de dicha fuente para recibir radiación de la misma.

7.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende adicionalmente quintos medios acoplados

Dez

406898

16



a dichos primeros y dichos segundos medios para transmitir radiación hacia dicha fuente.

5 8.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 7, en donde dichos quintos medios están acoplados a dichos terceros medios, correlacionando dichos terceros medios señales de radiación recibidas con señales de radiación transmitidas.

10 9.- Un sistema para la obtención de datos relativos a una fuente de radiación, en particular un sistema de enfoque que comprende: primeros medios para alterar la dirección de un frente de onda de radiación incidente sobre los mismos mediante alteración de la fase de un rayo de dicha radiación con relación a otro rayo de dicha radiación e independientemente de la fase del mismo; y segundos  
15 medios situados respecto a dichos primeros medios de modo tal que dichos rayos de radiación se propagan desde uno de dichos medios al otro de dichos medios, alterando dichos segundos medios la dirección de un rayo de radiación con relación a otro rayo de radiación incidente sobre los mis-  
20 mos, estando seleccionada la magnitud de dicha alteración de dirección por dichos segundos medios de acuerdo con la magnitud de dicha alteración de dicha fase por dichos primeros medios para generar un haz de radiación que tiene un diagrama de directividad sustancialmente uniforme indepen-  
25 dientemente de la dirección de propagación de dicho haz

11.3.73

- 54 -

*Rey*

406898



de radiación.

5 10.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en donde dichos segundos medios comprenden una superficie que tiene la forma de una sección cónica de revolución alrededor de un eje para interceptar dichos rayos.

10 11.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en donde dichos primeros medios comprenden elementos de desfase que responden a señales de control de desfasador proporcionando desfases seleccionables electrónicamente, comprendiendo adicionalmente dicho sistema de enfoque medios que responden a una señal de mando de dirección de haz generando dichas señales de control de desfasador.

15 12.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde dichos medios generadores de señal comprenden medios para calcular los valores del desfase a ser seleccionados para cada uno de dichos desfasadores para dirigir dichos rayos de radiación en la dirección correspondiente a dicha señal de mando de dirección de haz.

20 13.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 12, en donde dichos medios generadores de señal comprenden además medios que proporcionan un conjunto de señales de impulso cada una de las cuales está destinada a obtener un desfase predeterminado de dichos desfasadores, y medios que responden a dichos valores del desfase calculado por dichos  
25 medios de cálculo para coplar señales específicas de dichas

11.3.73

*Rey*



señales de impulso a desfasadores individuales de dichos desfasadores.

5 14.- Un sistema para la obtención de datos relativos a una fuente de radiación que comprende, en combinación: medios para reflejar energía radiante; una fuente de energía radiante; y medios para enfocar rayos de dicha energía radiante de dicha fuente y dirigir dichos rayos enfocados en una dirección hacia dichos medios reflectores, comprendiendo dichos medios de enfoque regiones a través  
10 de las cuales se propagan dichos rayos de energía radiante, siendo la longitud de fase de una de dichas regiones variable con respecto a la longitud de fase de otra de dichas regiones para permitir una variación de dicha dirección teniendo dichos medios reflectores una superficie curvada para  
15 interceptar dichos rayos de dichos medios de enfoque de un modo que conserva una abertura de radiación constituida uniformemente independientemente de dicha dirección.

20 15.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 14, en donde dichos medios de enfoque son una lente que tiene una superficie que está curvada al menos en una dimensión.

16.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 15, en donde dicha superficie de dichos medios de enfoque es cilíndrica.

25 17.- El sistema de acuerdo con la reivindicación

Pe

406898



5 ción 14, en donde dichas regiones de dichos medios de enfoque comprenden desfasadores que proporcionan desfases seleccionables electrónicamente, comprendiendo además dichos medios de enfoque medios que responden a una señal de mando de dirección de haz generando señales de control de desfasador para seleccionar la fase de dichos desfasadores.

10 18.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 17, en donde dichos medios generadores de señal comprenden medios para calcular los valores de desfase a ser seleccionados para cada uno de dichos desfasadores para dirigir dichos rayos de energía radiante en la dirección correspondiente a dicho mando de dirección de haz.

15 19.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 18, en donde dichos medios generadores de señal, comprenden además medios que proporcionan un conjunto de señales de impulso cada una de las cuales está destinada a seleccionar un desfase predeterminado de dichos desfasadores, y medios que responden a dichos valores de desfase calculados por dichos medios de cálculo acoplando señales específicas de dichas señales de impulso a desfasadores individuales de dichos desfasadores.

20 20.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 19, en donde dichos medios generadores de señal proporcionan además señales adicionales de impulso para compensación de temperatura de dichos desfasadores.

11.3.73

B3

406898

16



21.- Un sistema para la obtención de datos relativos a una fuente de radiación, que comprende, en combinación: primeros medios para desfase de un primer rayo de radiación con relación a la fase de un segundo rayo de radiación, comprendiendo dichos primeros medios una disposición de elementos cada uno de los cuales acepta uno de dichos rayos y retransmite dicho rayo con un desfase impuesto al mismo, siendo el desfase impuesto por uno de dichos elementos independiente del desfase impuesto por un segundo de dichos elementos; segundos medios para dirigir dichos elementos de dichos primeros medios para proporcionar desfases que dan lugar a rayos divergentes de radiación; y terceros medios que tienen una superficie de sección cónica para reducir la magnitud de dicha divergencia de dichos rayos divergentes para formar un haz de rayos de radiación sustancialmente colimados con una abertura de radiación más grande que la disposición de elementos de dichos primeros medios.

22.- Un sistema para la obtención de datos relativos a una fuente de radiación.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

11.3.73

- 58 -

*Ry*

406898

13



Esta Memoria consta de cincuenta y nueve ho-  
jas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 16 MAR. 1973

P.A.

*Ariza*

AVS. 11.3.73

- 59 -

*Pg*

406898

406898

FIG. 1

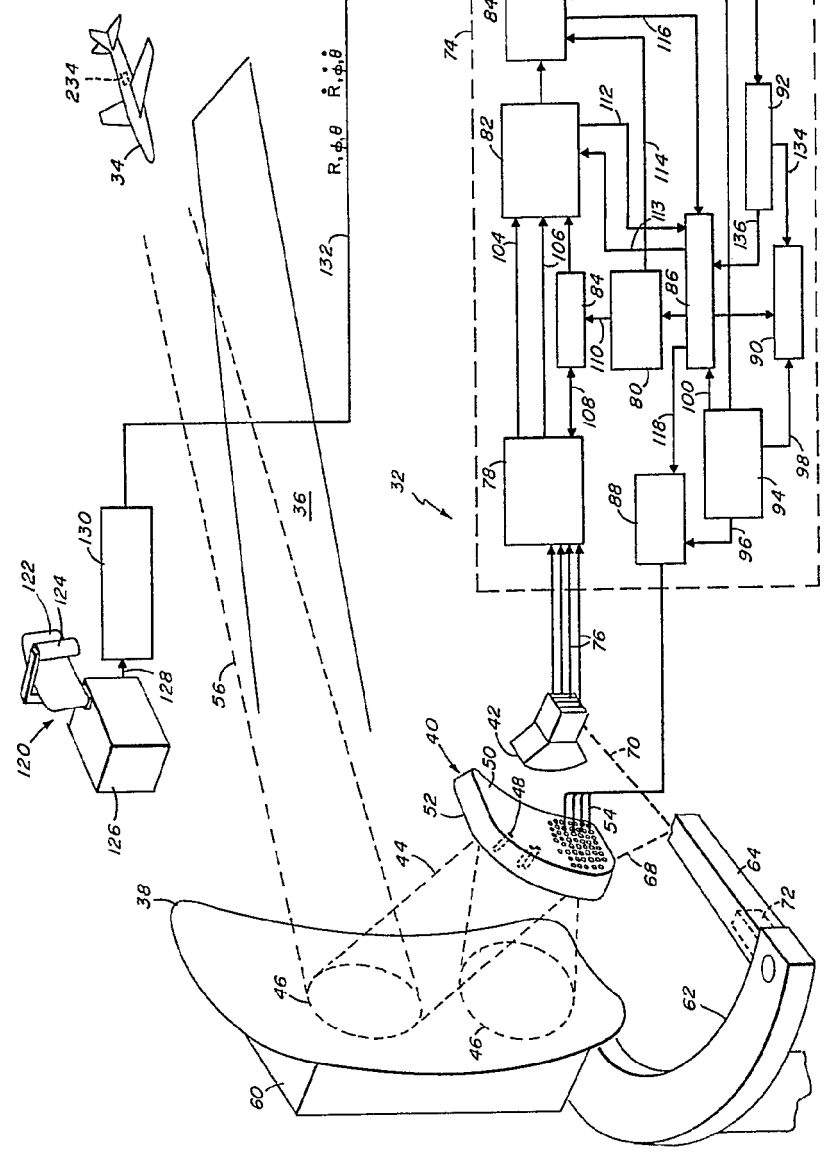


FIG. 2

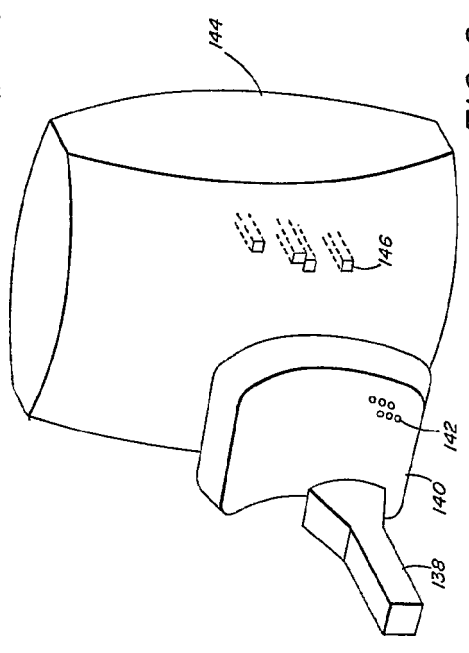
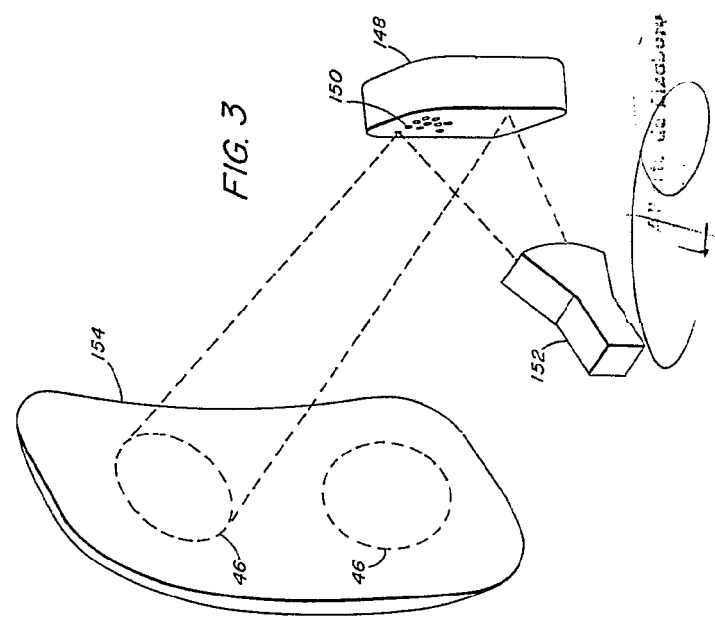
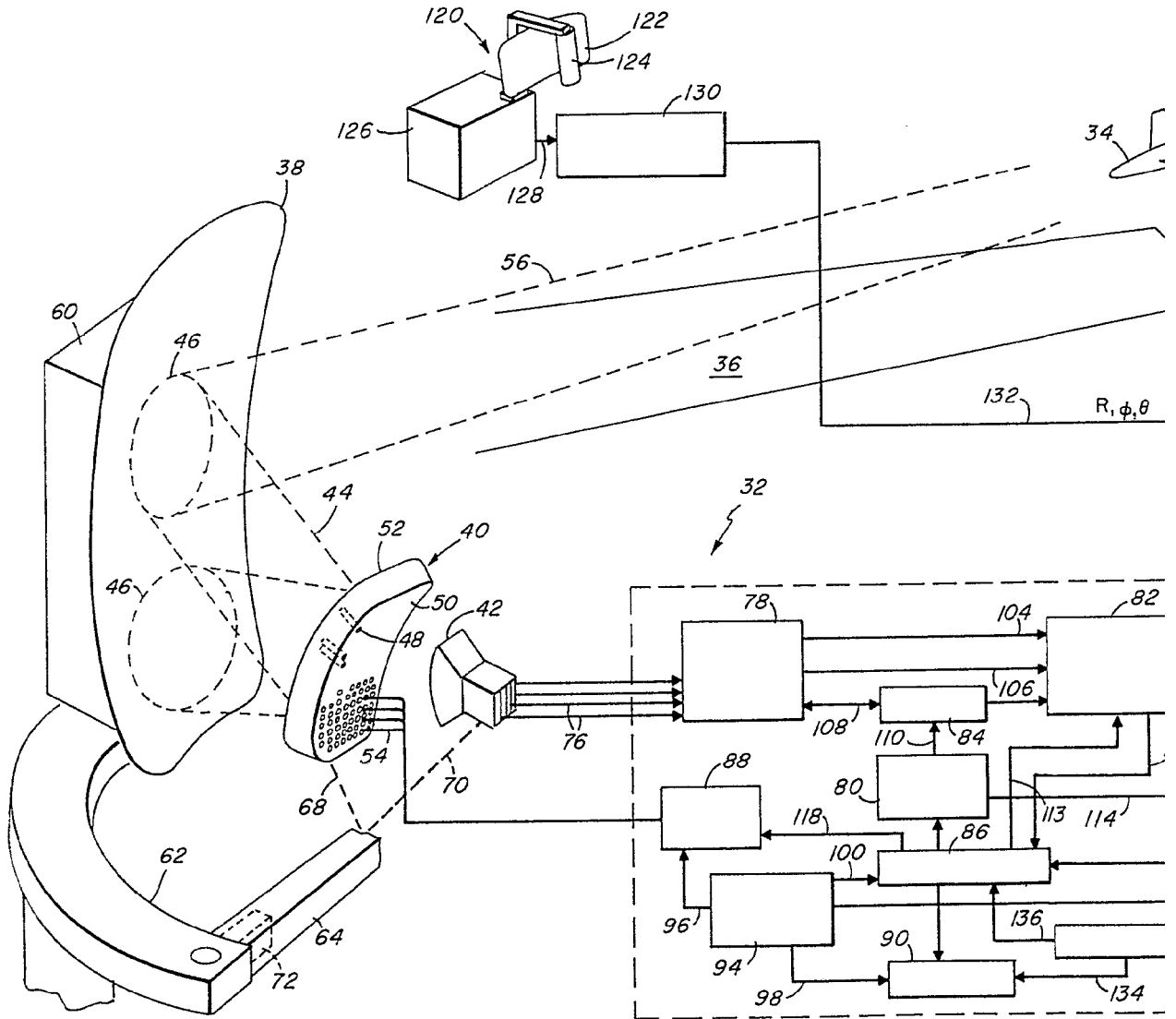


FIG. 3



406898

FIG. 1



7-1396

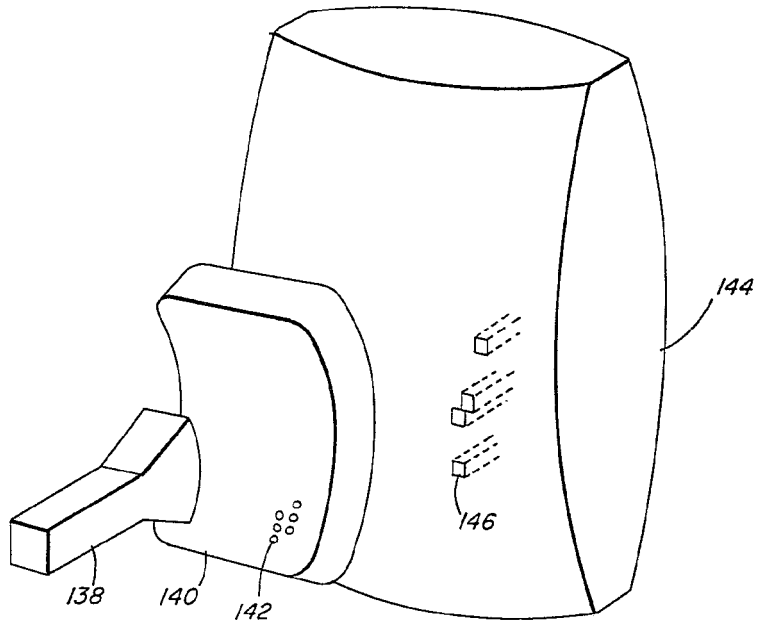
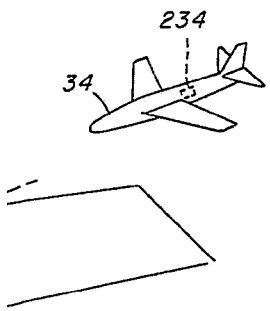


FIG. 2

$R, \phi, \theta$   $\dot{R}, \dot{\phi}, \dot{\theta}$

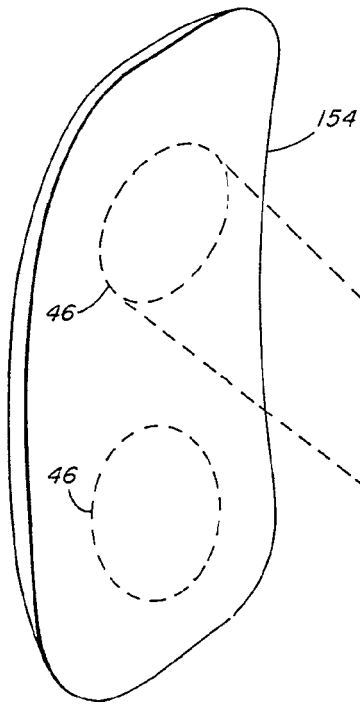
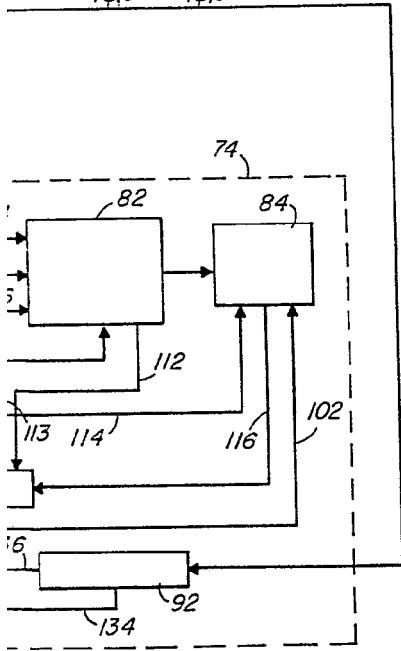
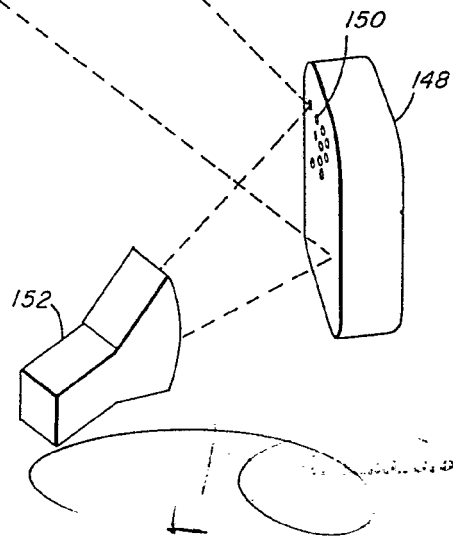


FIG. 3





406898

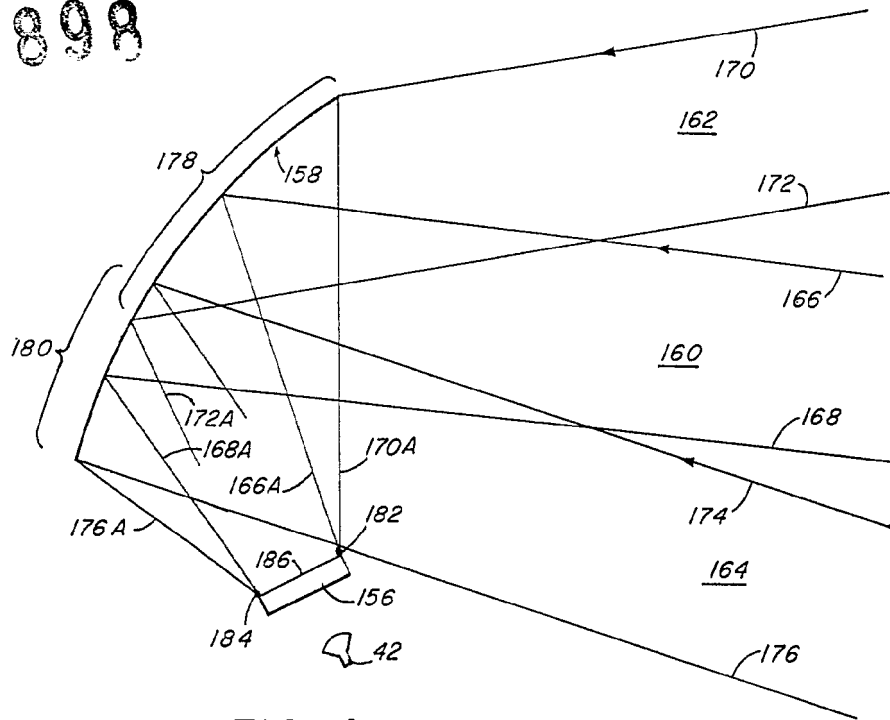


FIG. 4

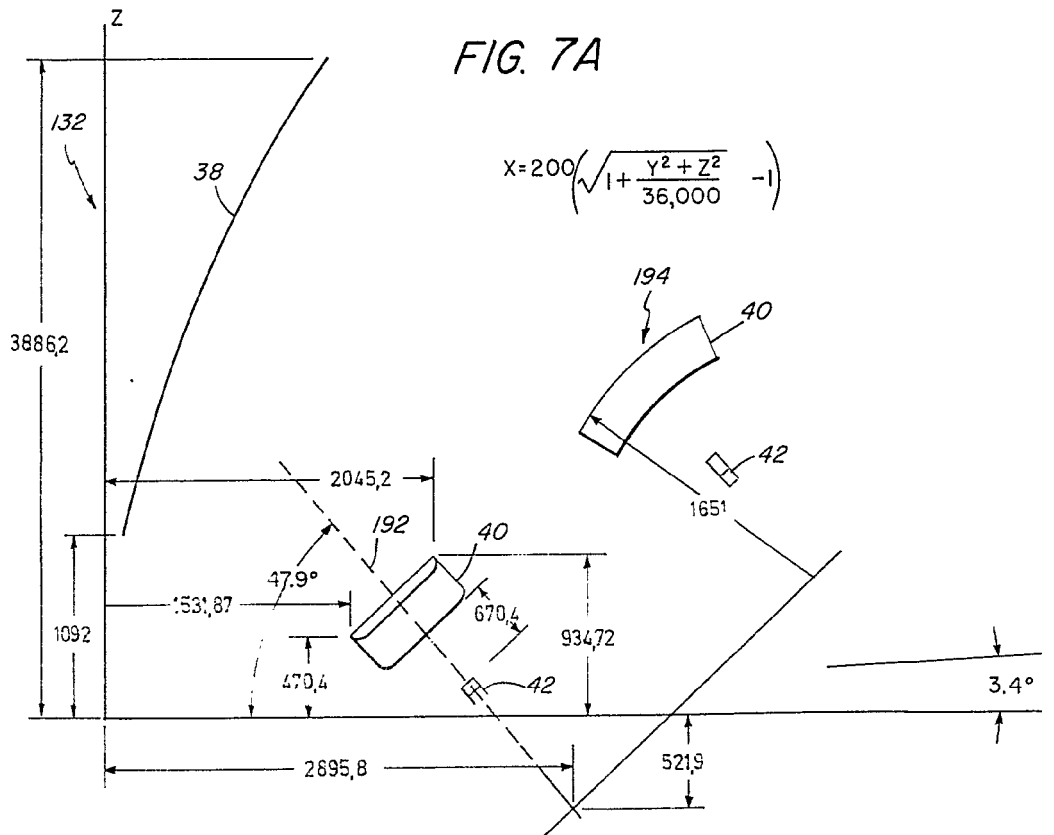


FIG. 7A

406898

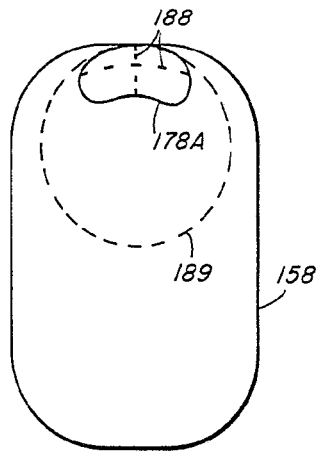


FIG. 5

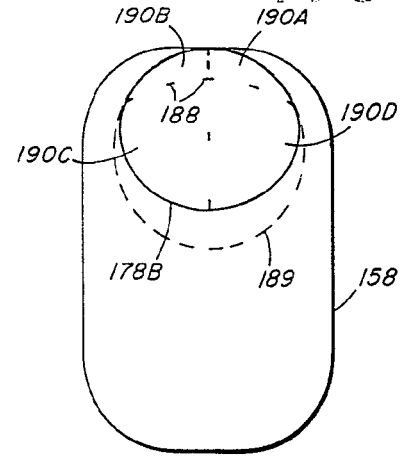


FIG. 6

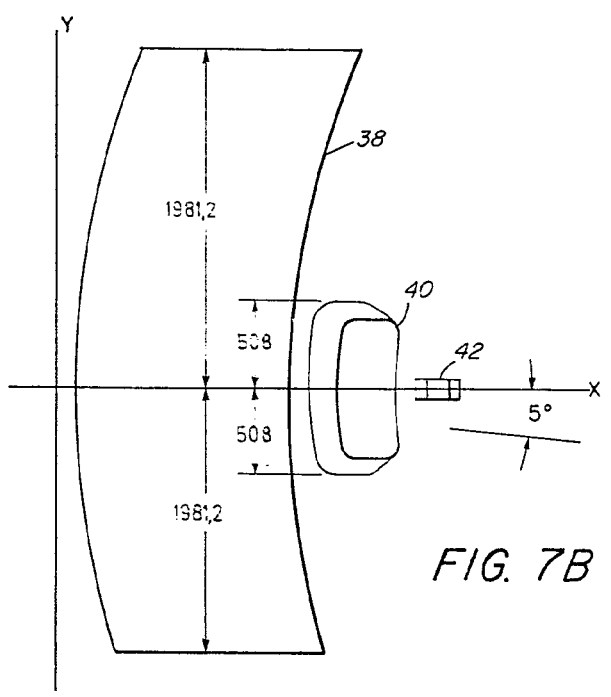
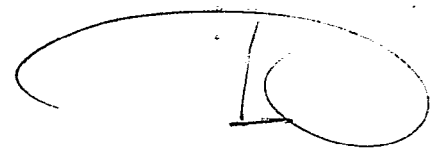
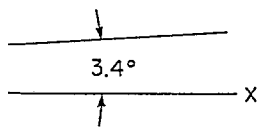


FIG. 7B



406898

406898

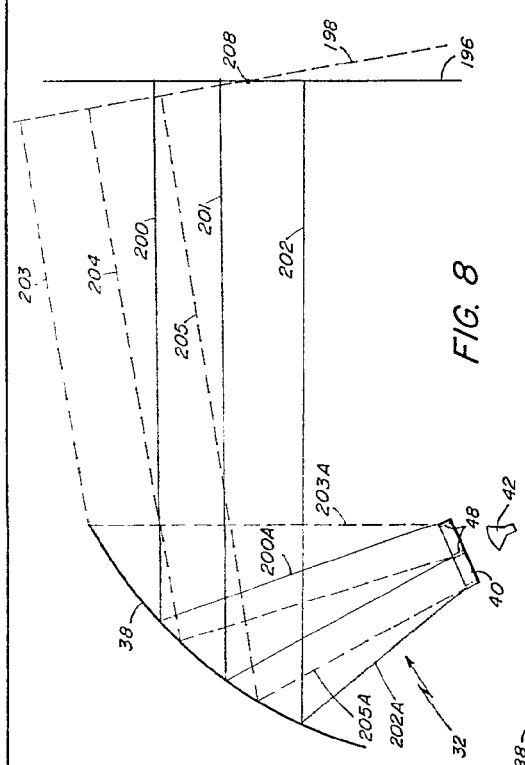


FIG. 8

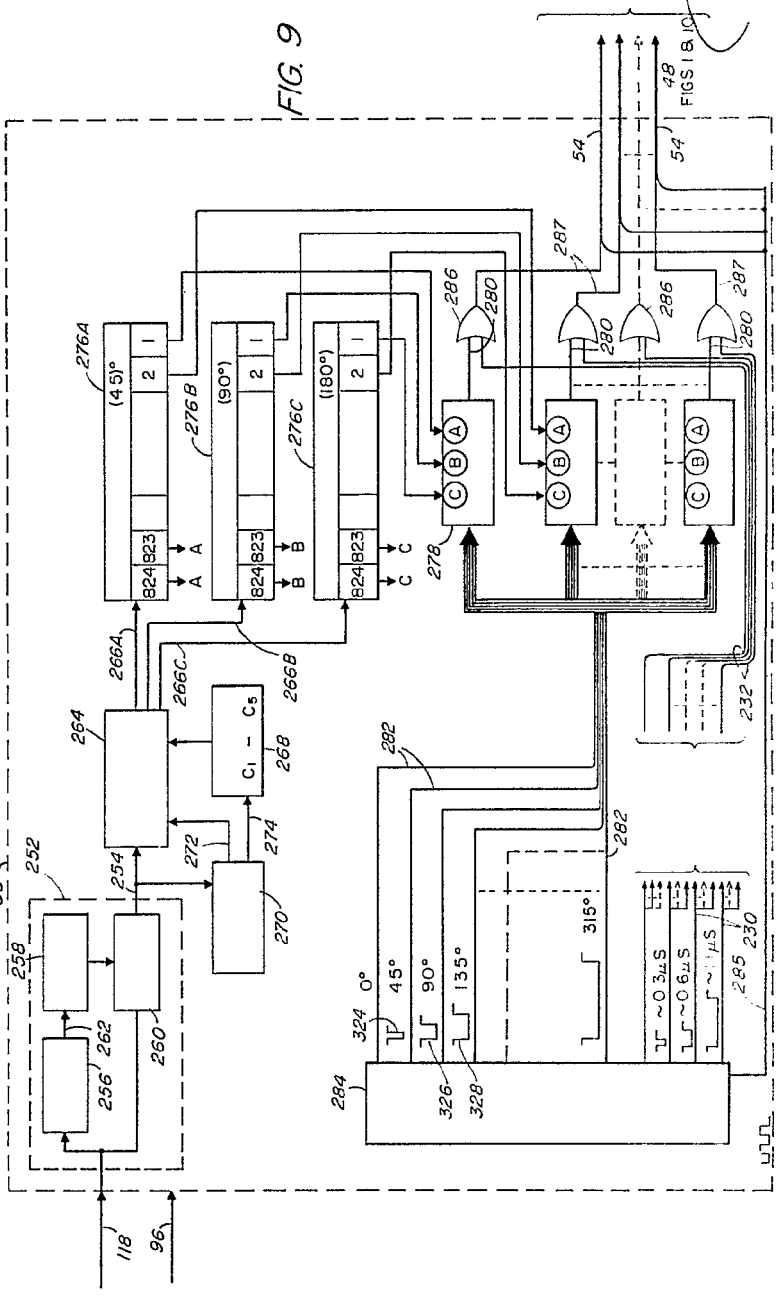
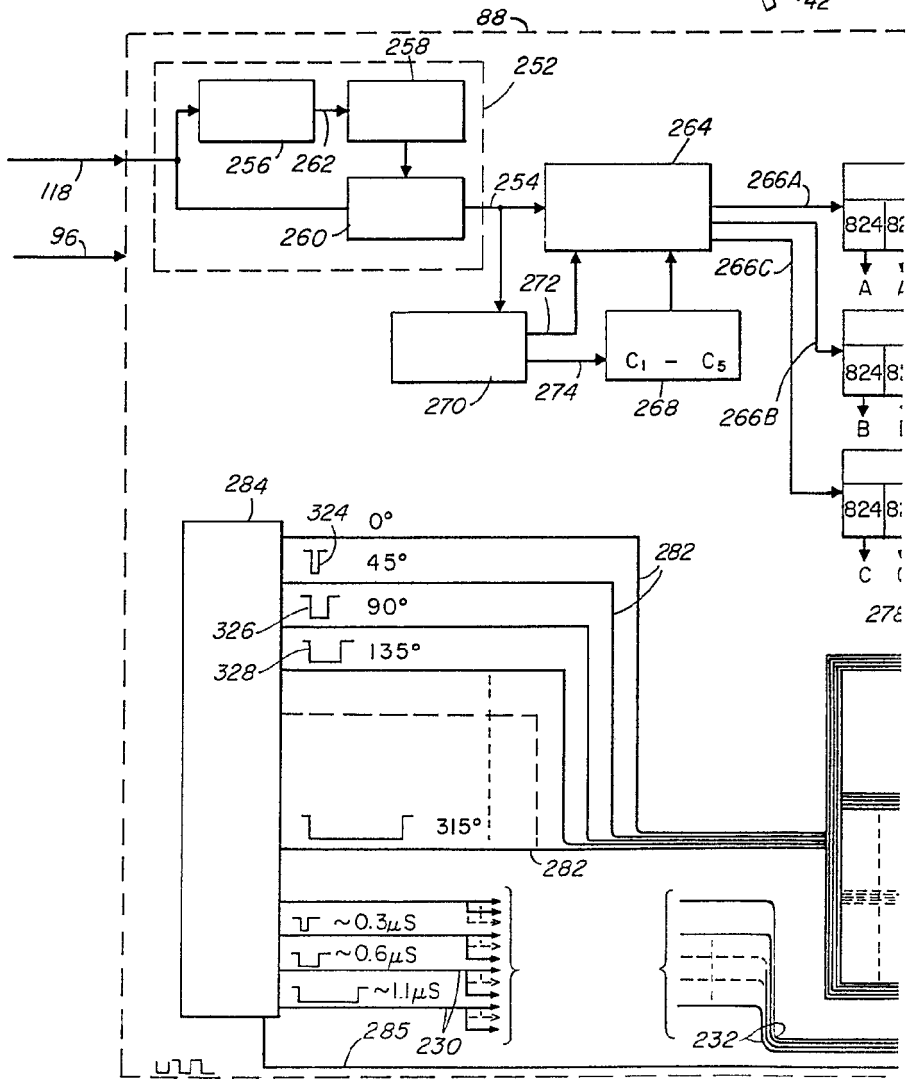
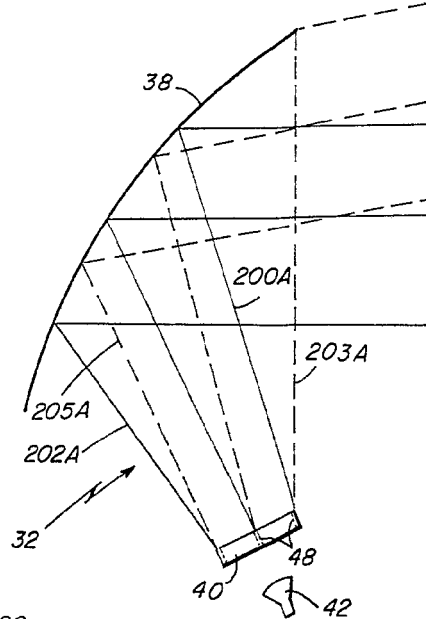


FIG. 9

FIGS 10, 11

Handwritten initials or signature.

406898



406898

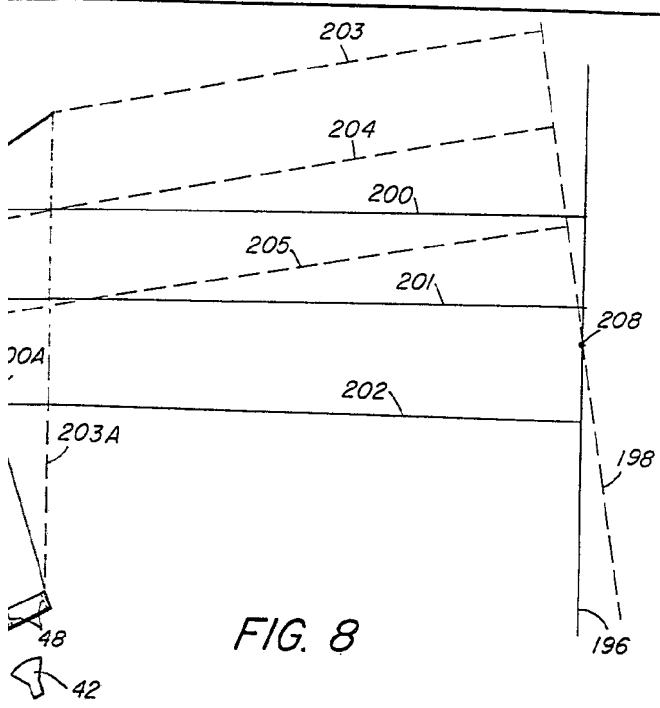


FIG. 8

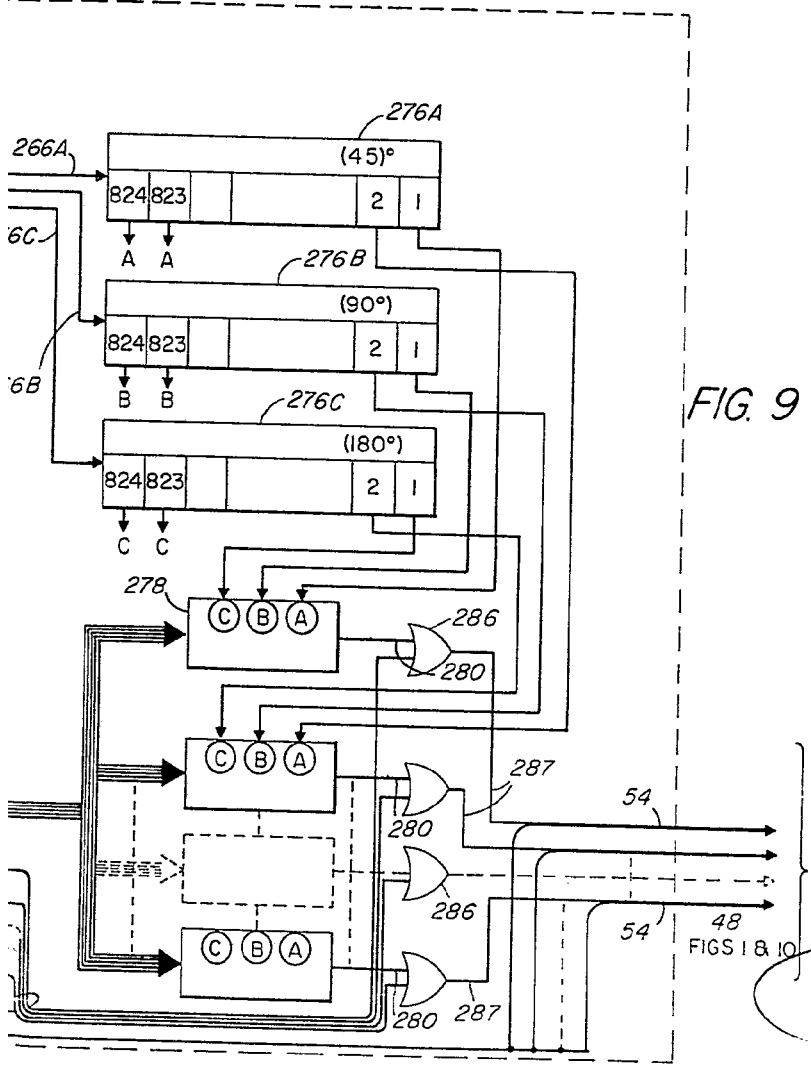


FIG. 9

406898

406898

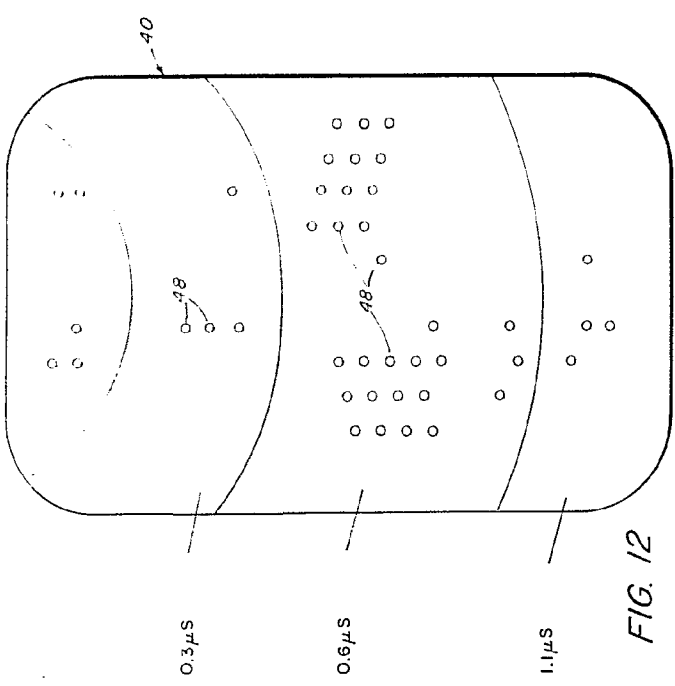


FIG. 12

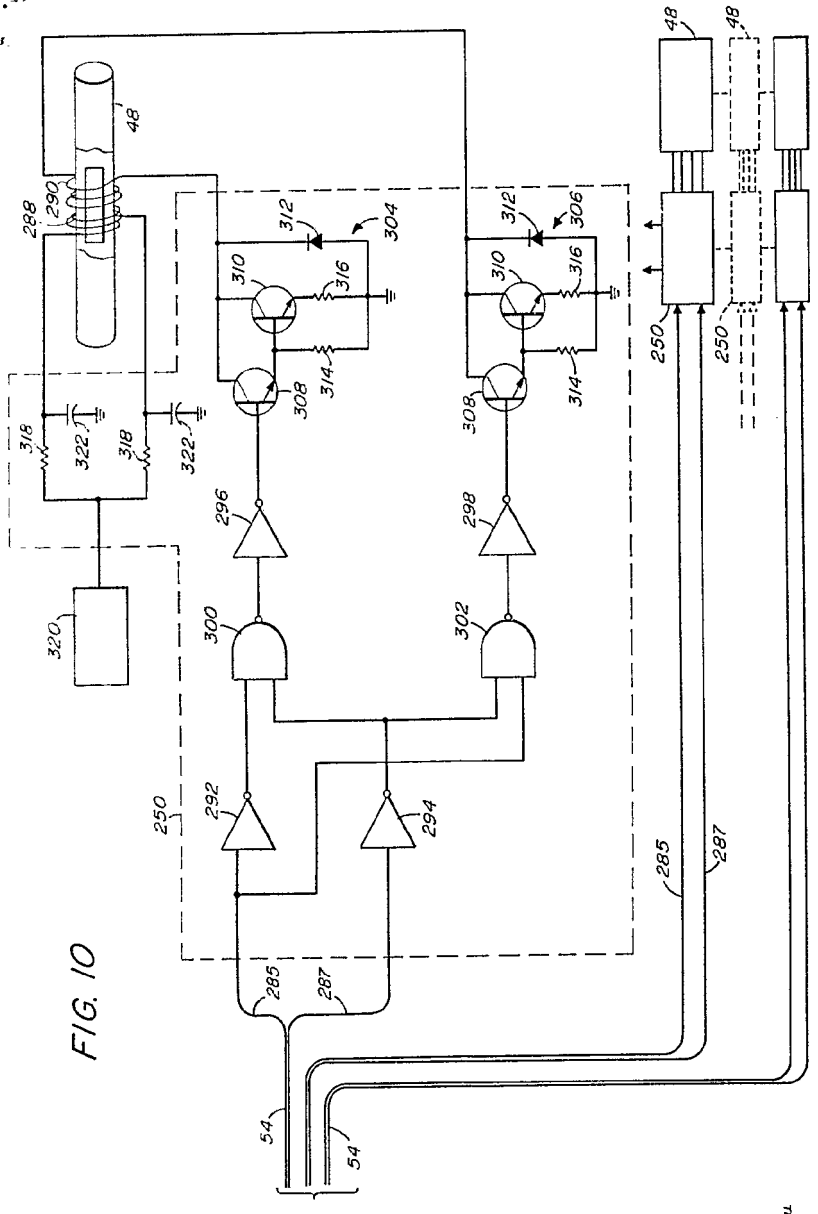


FIG. 10

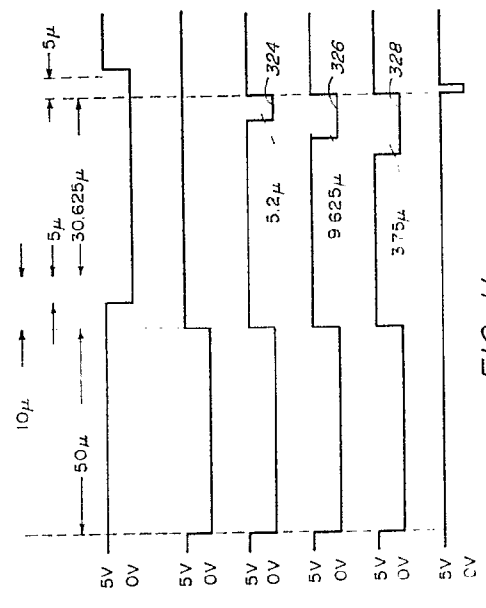


FIG. 11

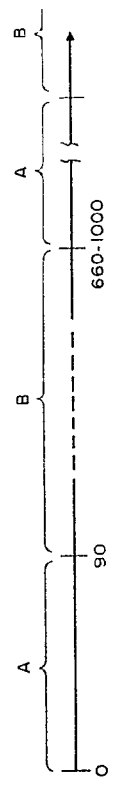
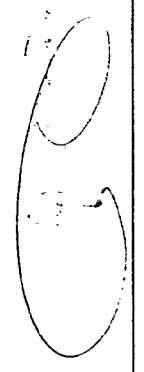


FIG. 13



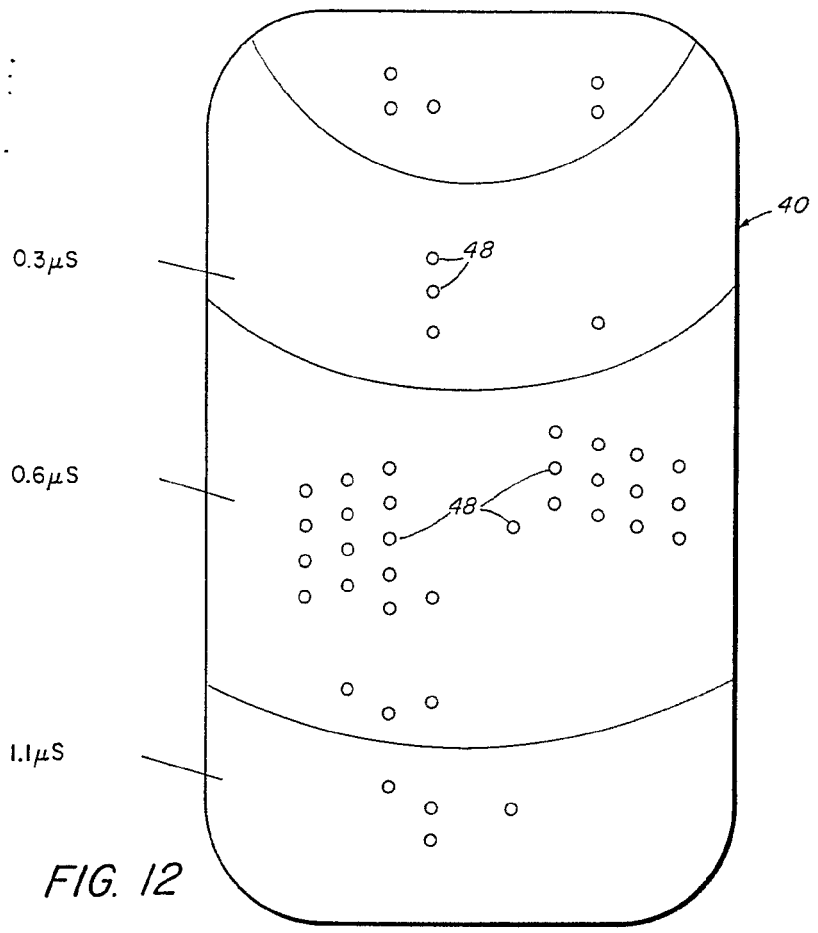


FIG. 12

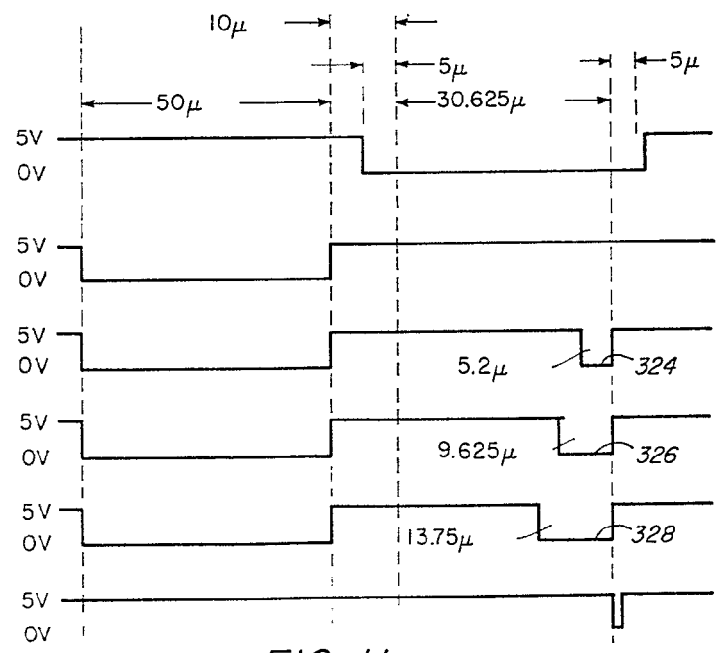
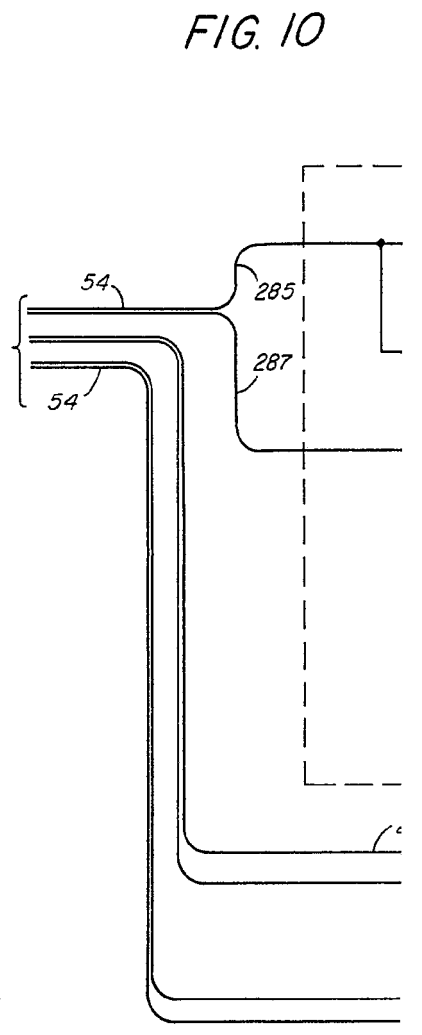
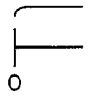


FIG. 11





7. 10

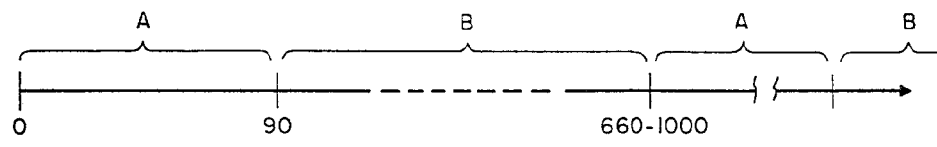
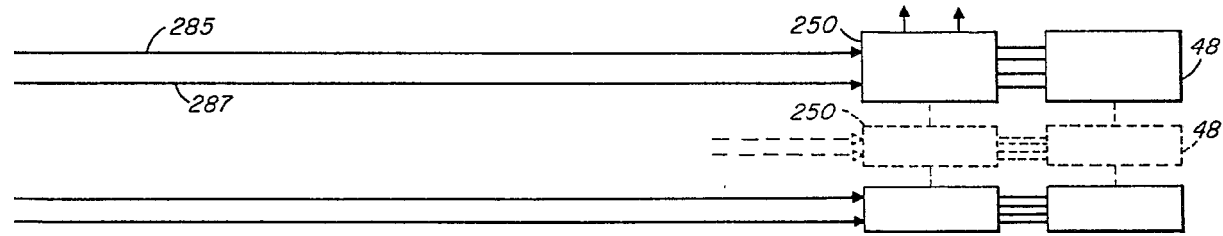
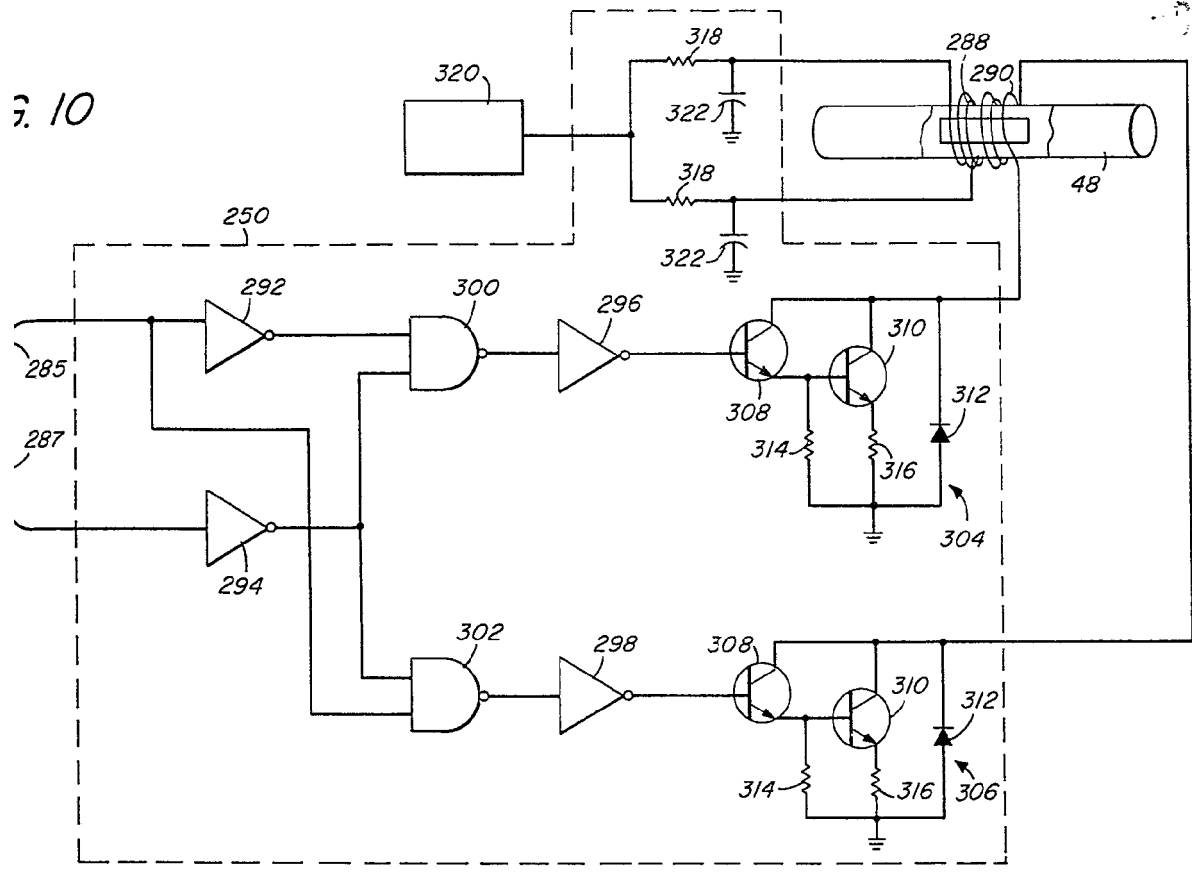


FIG. 13

